

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E DELLE FORESTE
UFFICIO CENTRALE PER LA CACCIA E PER LA PESCA

BOLLETTINO

DI PESCA, PISCICOLTURA E IDROBIOLOGIA

(Note e memorie scientifiche)

2051⁶⁰

CONDIZIONI DI ABBONAMENTO

ITALIA annue L. 400

» *un fascicolo* . . » **250**

ESTERO annue » 800

» *un fascicolo* . . » **500**

Per qualunque comunicazione riguardante il presente Bollettino, come per il cambio con altri periodici o pubblicazioni, si prega di rivolgersi unicamente al **LABORATORIO CENTRALE DI IDROBIOLOGIA, Piazza Borghese, 91 - Roma.**

On prie d'adresser toutes les communications et même les publications envoyées en change directement au **LABORATORIO CENTRALE DI IDROBIOLOGIA, Piazza Borghese, 91 - Rome (Italie).**

For any communication regarding this bulletin please adress only to **LABORATORIO CENTRALE DI IDROBIOLOGIA, Piazza Borghese, 91 - Rome (Italy).**
The same for any change with other periodicals and publications.

Für jede Mitteilung diese Zeitschrift wie den Tausch mit anderen Veröffentlichungen oder Druckschriften betreffend, bitte wir höflichst sich an das **LABORATORIO CENTRALE DI IDROBIOLOGIA, Piazza Borghese, 91 Rom (Italien)** zu wenden.

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E DELLE FORESTE
UFFICIO CENTRALE PER LA CACCIA E PER LA PESCA

BOLLETTINO

DI PESCA, PISCICOLTURA E IDROBIOLOGIA

(Note e memorie scientifiche)



Digitized by the Internet Archive
in 2025

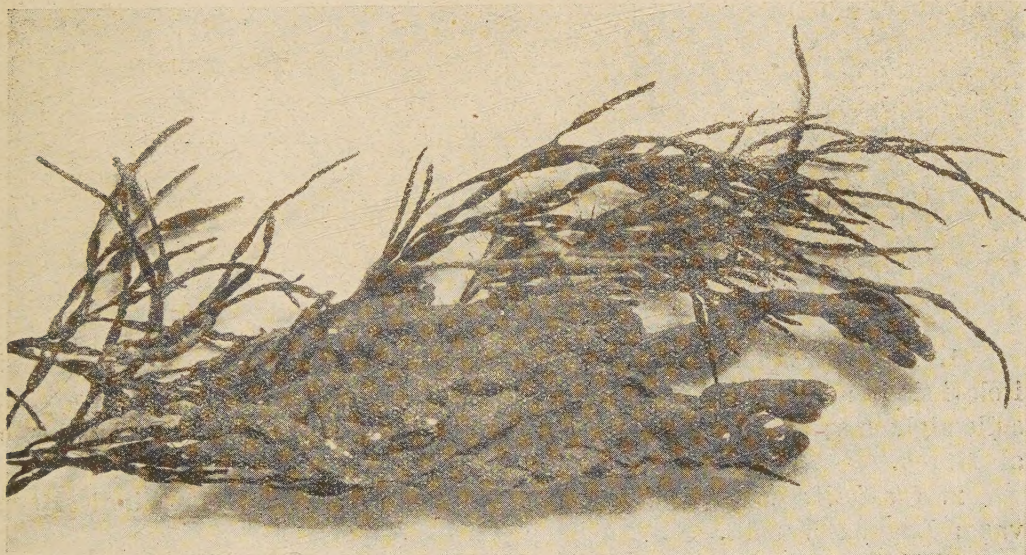
INDICE

SALTI MARIO: Ascidiacei della Laguna Veneta	Pag. 5
LOFFREDO SILVIA: Osservazioni chimiche sulle acque del Lago Fusaro in relazione alle opere di bonifica.....	» 8
SPARTÀ ANTONIO: Contributo alla conoscenza dello sviluppo post-embrionale in <i>Cubiceps gracilis</i> Lowe	» 17
VATOVA ARISTOCLE: Rapporti tra temperatura, salinità e deflussi nell'alto Adriatico e loro importanza per la biologia marina	» 22
MILO DI VILLAGRAZIA PIETRO: Il coefficiente di Sørensen (pH) dell'acqua di mare determinato a scopo orientativo col metodo dei fogli indicatori di Wulff ..	» 28
GONZALES TINA: Contributo alla conoscenza dello sviluppo post-embrionale in <i>Microichthys coccoi</i> Rüppell	» 39
SOMMANI ERNESTO: La <i>Clupea Papalina</i> Bp. dell'Adriatico (Breve studio biometrico)	» 47
FERRERO LETIZIA: Studio comparativo sulle Cheppie del Mediterraneo e gli Agoni delle acque interne d'Italia (Nota preliminare)	» 54
ZOLEZZI GIACOMO: La « Gracilaria » nella Laguna di Venezia (Nota preliminare)	» 56
MORANDINI GIUSEPPE: Considerazioni sugli studi limnologici in Africa.....	» 61
LOFFREDO SILVIA: La corrosione dei metalli nell'acqua di mare e la sua prevenzione a tutela degli scafi dei natanti	» 89
Necrologia: Silvia Loffredo	» 99

MARIO SALFI

ASCIDIACEI DELLA LAGUNA VENETA

In una mia nota precedente (1) detti alcune notizie sulla fauna ascidiologica del Canale delle Saline di Cagliari ed è quindi con interesse, data una certa analogia fra i due ambienti, che ho studiato un esteso materiale di Ascidiacei della Laguna Veneta di pertinenza del Museo civico di storia natu-



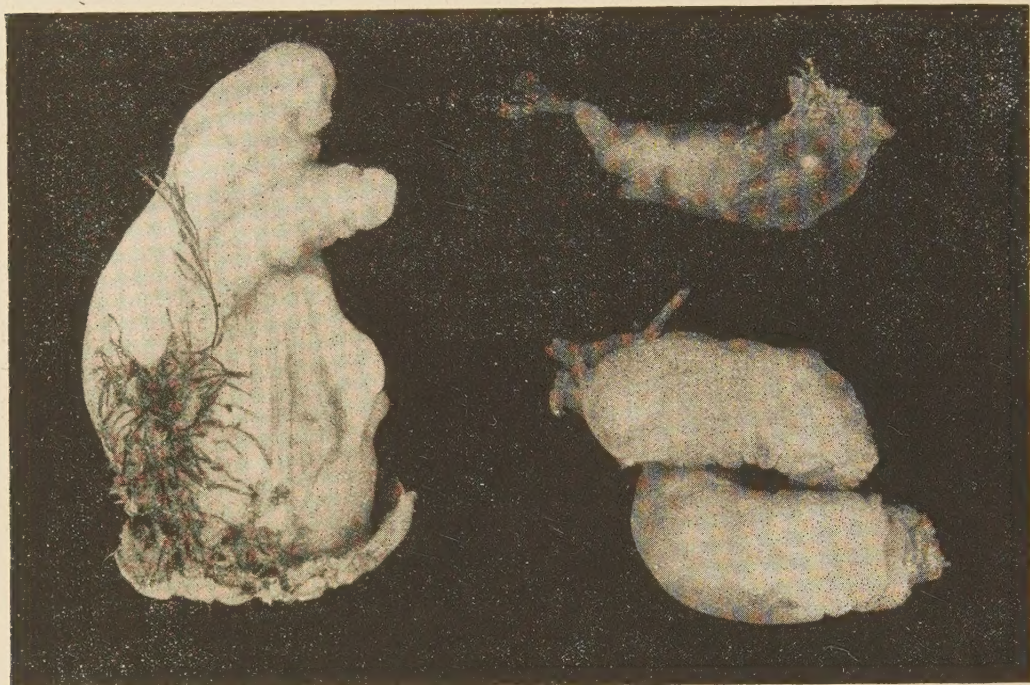
Botryllus schlosseri (Pall.)

rale di Venezia, materiale gentilmente messo a mia disposizione da quella Direzione su designazione del prof. Gustavo Brunelli che vivamente ringrazio.

I risultati dello studio di questo materiale e di altro che andrà raccogliendosi verranno inseriti nella *Monografia della Laguna Veneta* in corso di elaborazione. Mi limito perciò a segnalare in questa breve nota taluni dei dati più salienti di interesse ecologico.

(1) *Note ecologiche sugli Ascidiacei del Canale delle Saline di Cagliari.* «Boll. Zool.», vol. IX, 1938, pag. 57.

Per quanto numerosa la popolazione ascidiologica della Laguna è povera di specie. Si ripete qui quanto si verifica per l'ascidiofauna del Canale delle Saline di Cagliari e per quella del Lago del Fusaro, ambiente quest'ultimo, che ho avuto l'opportunità di studiare durante la mia lunga permanenza alla Stazione zoologica di Napoli.



Ciona intestinalis (L.)

1. *Molgula impura* HELL. — Non è frequente. Si rinviene sia in individui isolati sia in associazioni monotipiche ovvero con cespugli di *Bugula* e Idroidi, sulle alghe o su altri corpi sommersi: Canal Grande, San Marcuola, Traghetto al Museo.

2. *Ctenicella appendiculata* HELL. — Pochi individui con l'indicazione vaga: Laguna Veneta.

3. *Tethyum partitum* (STIMPS). — Pochi individui fra le alghe: Fondamenta nuove.

4. *Tethyum plicatum* (LES). — Relativamente frequente in singoli individui o in associazioni con *Ciona intestinalis*, *Molgula impura* Hell., *Bugula neritina*, *Bugula avicularia*, vari idroidi, spugne, ecc.: Traghetto al Museo, Canale della Giudecca, Laguna presso il Cimitero, al fondo di barche e su altri corpi sommersi.

5. *Botryllus schlosseri* (PALL.). — Frequente ovunque: Fondamenta nuove, Valle Millecompi, Canale della Giudecca, Valle Serraglia, San Marcuola, Traghetto al Museo, Paludo Campana, Canal Grande; sulle alghe isolato o in associazioni con *Leptoclinum* (*Diplosoma*) *gelatinosum* (M. Edw); sulla

tunica di *Ciona intestinalis* (L.). È con *Ciona intestinalis* la forma dominatrice dell'ascidiofauna lagunare.

6. *Ascidiella aspersa* forma *scabra* (MULL.). — Pochi esemplari sulle alghe: Paludo Campana, Laguna davanti al Cimitero.

7. *Ciona intestinalis* (L.). — Frequentissima come *Botryllus schlosseri*: Traghetto al Museo, San Marcuola, Canal Grande, al fondo delle barche, sui pali sommersi, ecc.; sia isolata che in gruppi di individui associati a *Tethyum plicatum*, *Molgula impura*, talvolta rivestita da *Botryllus schlosseri* e *Leptoclinum gelatinosum*. Negli individui di Canal grande si nota l'accrescimento della tunica basale che conferisce agli individui una forma pedunculata. Tale forma si osserva nel Golfo di Napoli e nel Canale della Palafitta delle Saline di Cagliari ed è da porre in rapporto con le correnti che muovono in un determinato senso le acque.

8. *Leptoclinum* (*Diplosoma*) *gelatinosum* (M. EDW.). — Non raro nella varietà *spongiformis* (M. Edw.) sulle alghe, isolato o con *Botryllus schlosseri*, o sui cespugli di *Bugula neritina* (L.) ovvero su *Ciona intestinalis*: San Marcuola, Rio tre ponti, Traghetto Museo, fondo di barche, pali sommersi, ecc.

Come per i canali delle Saline di Cagliari anche per la Laguna Veneta la *facies ascidiologica* è caratterizzata dalla presenza di forme frequenti nelle stazioni costiere ad acque basse e che resistono ottimamente alle variazioni della salinità.

Mentre nei canali delle Saline di Cagliari la forma dominatrice è la *Ciona intestinalis* nella Laguna Veneta a questa si unisce il *Botryllus schlosseri*. Nel Lago Fusaro il *Tethyum plicatum*, la *Ciona intestinalis* e la *Clavelina lepadiformis* sono le forme dominanti che si presentano con una straordinaria ricchezza di individui.

Contrariamente al Canale delle Saline di Cagliari, ove manca, sia nella Laguna Veneta che al Lago Fusaro il *Leptoclinum gelatinosum* accompagna la *Ciona*.

Dò qui un quadro della distribuzione delle specie dei tre ambienti.

	Laguna Veneta	Canale Saline Cagliari	Lago Fusaro
1. <i>Molgula impura</i> (HELL)	+	+	—
2. <i>Otenicella appendiculata</i> (HELL)	+	—	+
3. <i>Tethyum plicatum</i> (LES.)	+	+	+
4. <i>Tethyum partitum</i> (SIMPS.)	+	+	—
5. <i>Botryllus schlosseri</i> (PALL.)	+	+	+
6. <i>Pyura squamulosa</i> (ALD.)	—	+	—
7. <i>Phallusia fumigata</i> (GRÜBE)	—	+	—
8. <i>Ascidiella aspersa</i> forma <i>scabra</i> (MULL.)	+	—	+
9. <i>Ciona intestinalis</i> (L.)	+	+	+
10. <i>Clavelina lepadiformis</i> (MULL.)	—	+	+
11. <i>Leptoclinum gelatinosum</i> (M. EDW.)	+	—	+
12. <i>Didemnum canum</i> (HARTM.)	—	+	—
13. <i>Amaroucium proliferum</i> (M. EDW.)	—	+	+

OSSERVAZIONI CHIMICHE SULLE ACQUE DEL LAGO FUSARO IN RELAZIONE ALLE OPERE DI BONIFICA

Le presenti indagini sulle condizioni chimico-fisiche delle acque del Lago Fusaro sono state condotte allo scopo di accertare quali modifiche fossero avvenute in seguito alle opere di bonifica proposte dalla R. Azienda demaniale del Mar Piccolo, Ente gestore per conto dello Stato, e portate a termine a cura del Genio civile di Napoli.

Prima di procedere all'esposizione dei risultati ottenuti, credo che, per renderne più chiara l'interpretazione, sia bene riassumere la storia del lago durante questi ultimi anni.

La sua origine non è stata ancora definitivamente stabilita, benché alcuni autori propendano per considerarlo, al pari del Lago di Averno e degli Astroni, come un antico cratere diviso dal mare da un cordone litoraneo.

Certamente, anche se questo criterio per ora non risulti del tutto provato, nello studio del Fusaro non si può astrarre dal fatto che esso giace in una zona sede di importanti movimenti vulcanici; è logico supporre che tali movimenti avranno per lo meno influito sulle condizioni morfologiche del lago, come dimostrano i fenomeni bradisismici che esso presenta.

Per la nostra esposizione però, interessa maggiormente notare che il Fusaro si estende per un circuito di circa km. 4; allargandosi in un ampio semicerchio, risulta separato dal mare da un cordone litoraneo, ma comunica con esso attraverso due foci, una a sud chiamata Foce Vecchia appartenente all'epoca romana e rimessa in efficienza nel 1764, e l'altra a nord chiamata Foce Nuova, aperta nel 1859 per favorire il ricambio dell'acqua, che già a quell'epoca non risultava sufficientemente assicurato.

Dopo un lungo periodo di trascuratezza da parte degli affittuari, nel 1918 la gestione del Fusaro fu presa dal Ministero delle finanze, e l'incarico della Direzione tecnica venne affidato al prof. Mazzarelli col compito di ripristinare il meglio possibile le condizioni biologiche del lago, creandovi eventualmente anche un osservatorio idrobiologico.

Il Mazzarelli scelse a tale scopo la casina del Vanvitelli costruita nel lago stesso verso la sponda orientale, che nella sua preziosità un po' trascurata conferisce una nota caratteristica all'ampio specchio d'acqua.

Nel periodo della direzione del Mazzarelli venne alquanto migliorata la coltivazione delle ostriche e dei mitili, ma la pesca non subì aumenti essendo la montata dei pesci, soprattutto dei muggini, ostacolata dall'eccessiva salinità del lago, non regolata a sufficienza dai due canali a mare nè da considerevoli apporti di acqua dolce.

A questo proposito è da tener presente che nell'epoca ora considerata erano attivi due immissari di acqua dolce e cioè: la Focerella sfociante a sud presso l'incile della foce vecchia e il Gaudiello a nord presso l'incile della foce nuova. In complesso si trattava di canali di piccola portata che poca influenza potevano avere sulla salinità delle acque del Fusaro.

Malgrado gli sforzi compiuti in questo periodo, le condizioni del lago, per quanto un po' migliorate, non subirono modifiche profonde rispetto al passato, e ciò soprattutto a causa delle forti spese cui si sarebbe andati incontro per affrontare in pieno il problema.

Nel 1929 la gestione del lago fu assunta, come si è detto, dalla R. Azienda demaniale del Mar Piccolo.

A quell'epoca l'allevamento dei mitili era sempre ridotto a modesti quantitativi non superiori a una media annua di 3-400 quintali, mentre quasi scomparse erano le ostriche delle quali si rinvennero sul fondo solo alcune centinaia.

In quanto poi alle condizioni del lago, ripetiamo che erano più o meno le stesse, e cioè la quasi completa ostruzione della foce vecchia, la diminuita efficienza della foce nuova, il fondale e il banchinamento del lago in condizioni precarie.

Anche la pesca veniva esercitata saltuariamente colla « chiusarana » e non dava che quantitativi minimi, per quanto di specie pregiate, oscillanti fra i 60 e 80 quintali annui.

La R. Azienda non appena assunta la gestione si pose subito i seguenti tre problemi fondamentali:

1° dragaggio generale dei fondali;

2° rifacimento *ex novo* del banchinamento del lago, avente uno sviluppo di circa 2500 metri;

3° creazione di una terza foce capace di assicurare, insieme alle due già esistenti riattivate, l'indispensabile ricambio d'acqua.

La spesa complessiva, preventivata nel 1929 per circa lire 5.000.000, non poteva essere sostenuta dalla R. Azienda con le modeste possibilità di produzione del Fusaro (Ha 210 circa), per cui venne deliberato di includere tali lavori nel piano di bonifica integrale del compartimento di Licola (sezione del Muriello e del Gaudiello).

In base al suddetto piano di lavoro, la R. Azienda provvide nel triennio 1929-31 a riattivare le foci esistenti ed a impiantare coltivazioni razionali di molluschi per mezzo di apposite maestranze specializzate.

Per quanto riguarda la mitilicoltura, la produzione venne portata ad una media annua di 800 quintali e nell'ultimo triennio ancora più intensificata fino a raggiungere quella attuale di circa 3000 quintali.

L'ostricoltura invece presentò subito gravi difficoltà, causate senza dubbio dalle condizioni chimico-fisiche delle acque del lago.

Infatti i numerosi tentativi, compiuti con i più diversi metodi tecnici per la captazione delle larve, tanto nell'interno del lago che lungo le foci e allo sbocco di queste ultime nel mare aperto, diedero risultati trascurabili ai fini di un allevamento industriale.

Un certo quantitativo di larve captate nella baia di Pozzuoli venne immesso nel Fusaro; quasi tutte perirono rapidamente e solo una piccola parte di esse potè giungere a maturazione attraverso spese e rischi del tutto inadeguati.

Venne anche tentata l'immissione di piccole ostriche dal Mar Piccolo di Taranto, ma anche questo esperimento non ebbe esito felice.

Per vicende di vario ordine indipendenti dalla volontà della R. Azienda il gruppo di lavori innanzi indicato non potè avere rapida realizzazione, tanto che solo la nuova foce (che chiameremo nuovissima per distinguerla dall'altra), iniziata nel 1938, è stata portata a termine nel 1941 richiedendo una spesa di oltre 3.000.000 di lire.

Da tale nuova opera la R. Azienda si ripromette maggiori possibilità ai fini della pesca, specialmente quando sarà portata a termine la costruzione alla foce nuovissima di un lavoriero in cemento armato, atto a resistere alle forti correnti che finora hanno messo in pericolo le opere di circostanza adottate.

Al principio del 1940, all'inizio cioè dei lavori di escavazione della foce nuovissima, il Genio civile di Napoli si rivolgeva al R. Laboratorio centrale di idrobiologia per iniziare il presente studio, che il prof. Brunelli, direttore del Laboratorio, mi ha poi affidato. Lo scopo, come ho detto in principio, era quello di seguire quali modificazioni chimico-fisiche intervenissero nelle condizioni ambientali del Fusaro durante e dopo il compimento dei lavori.

Innanzitutto, nei miei primi sopralluoghi, ho cominciato col rilevamento dei fondali del lago, dato che precise notizie di essi non si avevano ed anche per potermi orientare sulla raccolta dei campioni d'acqua da analizzare.

Come si vede dalla cartina, e come era da prevedersi, il Fusaro presenta un fondo quasi pianeggiante a lento declivio, con maggiore profondità verso la zona centrale, che raggiunge il suo massimo di m. 6 verso la parte nord del lago.

Circa la natura di questo fondo, si può dire che è prevalentemente fangoso e detritico, per quanto nelle immediate vicinanze del cordone litoraneo si presenti logicamente sabbioso. Non mancano pietre di ogni sorta oltre alle « rocchie », cioè scogli artificiali costruiti appositamente perchè su di essi possano fissarsi le larve veligere delle ostriche.

Nel fango del fondo si notavano all'epoca del primo sopralluogo, avvenuto nell'aprile del 1940, parecchi detriti vegetali più o meno in decomposizione.

Due delle stazioni per la raccolta dei campioni d'acqua sono state scelte nelle immediate vicinanze delle due antiche foci a nord e a sud (stazioni *D* e *C*), allo scopo di osservare quali differenze della composizione chimica delle acque si potevano notare rispetto al centro (stazione *A*); la stazione *B*, che

è il punto più distante da queste due foci, è stata scelta soprattutto per vedere fin dove giungesse l'influsso di acqua marina.

La stazione A al centro del lago, oltre a darci la misura dell'influenza dovuta all'apporto della foce nuovissima, corrispondendo ad uno dei punti più profondi avrebbe permesso anche la raccolta di campioni a varie profondità, in modo da notare un'eventuale stratificazione chimica e termica.

Oltre alla temperatura sono stati scelti come elementi di giudizio il pH, la salinità e l'ossigeno.

Le uniche osservazioni sulle temperature del Fusaro sono quelle eseguite dal Mazzearelli durante il funzionamento dell'Osservatorio idrobiologico. Esse si riferiscono ai mesi da marzo ad agosto degli anni 1919, 20, 21, 22, 23 e quasi tutte comprendono misure giornaliere della temperatura di superficie, limitate ad un solo punto del lago nei pressi dell'Osservatorio.

Dagli altri dati riferiti dal Mazzearelli e dalla Scordia, relativi sempre a questa stazione, si può rilevare che durante il quinquennio suddetto, il massimo di temperatura di superficie raggiunge in estate quasi i 31° e in inverno quasi i 5°, oscillazione assai notevole, che però non ha nulla di eccezionale, trattandosi di una scarsa massa d'acqua il cui andamento termico è strettamente legato a quello dell'aria sovrastante, come si verifica in tanti altri laghi costieri.

Anche nei riguardi della distribuzione verticale della temperatura, si rientra nel quadro dell'andamento termico di questo tipo di laghi, e cioè, in generale si notano nette differenze tra superficie e profondità in certi periodi dell'anno, con casi di inversione termica, notati dal Mazzearelli e da me confermati (vedi per es. le osservazioni dell'agosto 1941), e casi frequenti di omeotermia.

Tutto ciò conferma quanto si è detto sopra, riguardo allo stretto legame coll'andamento termico dell'aria sovrastante.

Purtroppo con le presenti osservazioni saltuarie non si può dimostrare in modo nettamente palese l'influsso della massa d'acqua marina, riversantesi nel lago attraverso la foce nuovissima, poichè perciò occorrerebbero osservazioni giornaliere raffrontate con quelle marine; ma si ha ragione di ritenere che tale apporto di acqua di mare, per quanto possa essere considerevole, non potrà influenzare le condizioni termiche di tutto il lago, tranne che per le zone più o meno limitrofe all'inizio della foce, e specialmente nei periodi di massimi e minimi di temperatura.

Parimenti non si è notato durante le presenti osservazioni un eventuale salto termico, che però dovrebbe essere piuttosto piccolo, data la scarsa massa d'acqua del lago, e di quasi nessuna importanza nei riguardi dei fenomeni biologici che in esso si svolgono.

Per ragioni più o meno analoghe anche il regime alino non può costituire un elemento sicuro di giudizio circa gli effetti causati dall'apertura della foce nuovissima.

Infatti dal complesso delle osservazioni eseguite dalla Scordia nel periodo 1921-26, noi vediamo che tale regime non presenta generalmente accentuate

differenze rispetto all'acqua marina, come si notano, per esempio, per il Lago di Orbetello dove il Maldura ha riscontrato escursioni annuali che sorpassano anche il 20‰ di salinità, mentre la media annua è sempre nettamente inferiore a quella del mare adiacente.

Nel Fusaro le conseguenze delle precipitazioni e dell'evaporazione sono assai meno sensibili data la relativamente limitata superficie del lago, e mancano anche notevoli apporti d'acqua dolce, come ad Orbetello ove sfocia l'Albegna.

È da notare però che le osservazioni della Scordia sono state eseguite tutte nella stessa stazione, fissata un centinaio di metri a nord dell'Osservatorio, e cioè approssimativamente nelle vicinanze dell'attuale stazione B. Questa ubicazione della zona di prelevamento conferisce ai risultati un valore piuttosto generale nei riguardi del ricambio dell'acqua del Fusaro, in quanto l'Osservatorio si trova nella posizione più distante dalle foci.

In conclusione dalle misure eseguite dalla Scordia, noi vediamo che nel periodo precedente all'opera di bonifica la differenziazione tra il regime alino del lago era ristretta, almeno nella zona in esame, a pochi decimi di salinità e l'escursione annua era compresa tra il 40 e il 32‰ tanto nel lago che nel mare di Cuma.

Entro questi termini dovremmo perciò essere portati a considerare le condizioni aline del Fusaro, prima dell'opera di bonifica, come normali, fatto però non sufficiente ad assicurare la vita nel lago, come è dimostrato dalle disastrose condizioni biologiche di allora.

Le attuali ricerche sulla salinità non fanno che confermare le osservazioni precedenti, e difatti vediamo che il regime alino presenta oscillazioni annuali comprese entro i termini esposti sopra, ed anche le distribuzioni verticali non dimostrano alcuna anomalia, tranne in qualche caso della stazione A, che nel periodo estivo in superficie rivela un leggero aumento, in rapporto evidente con l'evaporazione.

Ciò che forse più interessa è la distribuzione orizzontale che si presenta assai uniforme in tutta la superficie del lago, tanto nei pressi delle foci che nella parte da queste più lontana, come nella stazione B.

In complesso dunque dalle misure termiche e da quelle saline si deve dedurre che attualmente il ricambio dell'acqua del Fusaro è esteso a tutto il lago; per giudicare se tale ricambio è sufficiente a garantire il normale svolgimento dei fenomeni vitali assai più importanti sono le osservazioni sul pH e sull'ossigeno.

Purtroppo per questi non abbiamo riferimenti precedenti, ma certamente dallo stato di fatto e dalle preesistenti osservazioni dobbiamo arguire che il lago era sede di non indifferenti fenomeni di stagnazione con tutte le loro sfavorevoli conseguenze per i processi vitali.

Infatti la Scordia ricorda gli abnormi sviluppi di fitoplancton avvenuti anche in periodo invernale, con conseguente intorbidamento delle acque e considerevole danno per la pesca del pesce e delle ostriche, e l'invasione delle alghe che in certi periodi soffocarono la *Modiola barbata*.

Naturalmente tutto questo enorme materiale organico, rispetto allo scarso volume del lago, deve aver causato notevoli fenomeni putrefattivi con successiva riduzione o annullamento dell'ossigenazione delle acque, fenomeno questo che evidentemente non poteva venire eliminato od attenuato dal ricambio scarsamente assicurato attraverso le due foci esistenti, nè dal piccolo apporto di acqua dolce del Gaudiello.

Dalle presenti osservazioni possiamo notare che l'ossigenazione e la reazione del mezzo (pH) si possono considerare tornate normali, almeno nelle epoche in cui le analisi vennero fatte.

Infatti noi vediamo che la saturazione dell'ossigeno spesso è raggiunta e non di rado anche sorpassata specialmente negli strati superficiali del lago, mentre nelle immediate vicinanze del fondo ancora si nota una certa deficienza, dovuta precisamente all'azione del materiale organico in decomposizione.

Anche per il pH, aggirantesi tra il 7 e l'8,4, siamo, come si vede, in periodo di perfetta normalità.

Tutto ciò ed anche il fatto che praticamente non si sono più verificate morie ma un netto incremento nella produzione del lago, porta a ritenere le condizioni biologiche assai migliorate, e ciò certamente in conseguenza della apertura della nuovissima foce che assicura un ampio respiro a tutto il bacino lacustre.

Tali condizioni certamente subiranno un notevole ulteriore miglioramento quando si potrà addivenire al dragaggio totale del fondo del lago, poichè questo processo di dissodazione eliminando il pericoloso letto di materiale organico ora esistente, toglierà la causa principale degli sviluppi abnormi di vegetazione, che costituiscono tuttora un lontano pericolo in casi di annate eccezionali di condizioni termiche e idrologiche.

Nelle presenti ricerche i metodi analitici impiegati sono stati: il metodo Knudsen per la determinazione della salinità e quello di Winkler per l'ossigeno, le cui percentuali di saturazione sono state eseguite mediante i coefficienti di Fox.

Il pH è stato apprezzato colorimetricamente con il bleu timolo e il rosso creosolo, e le correzioni per la salinità e la temperatura sono state calcolate servendosi delle note formule di Buch.

I prelevamenti dei campioni d'acqua sono stati eseguiti con la bottiglia di Ruttner, e le temperature in superficie e in profondità sono state misurate con un termometro a rovesciamento di Richter.

Roma, Laboratorio centrale di Idrobiologia

19 aprile 1940

Stazione	prof. m.	ora	t° aria	t° acqua	pH	Cl	S	O ₂	O'₂	$\frac{100,0_2}{O'₂}$
A	0	10,50	16,5	17,8	8,44	18,95	34,23	4,92	5,58	88,17
	0,5	—	—	17,4	—	—	—	—	—	—
	1	—	—	16,85	8,44	18,95	34,23	5,58	5,66	88,58
	2	—	—	16,3	8,44	18,93	34,20	5,85	5,78	101,2
	3	—	—	16,2	8,44	18,95	34,23	5,82	5,79	100,5
	4	—	—	15,25	8,39	19,44	35,12	5,48	5,84	93,84
	5	—	—	15,1	8,44	19,74	35,66	4,94	5,85	84,64
B	0	12,30	—	17,8	8,54	18,90	34,14	5,17	5,58	92,65
	1	—	—	—	8,44	18,95	34,23	5,38	—	—
C	0	11,30	—	17,0	8,39	18,95	34,23	5,70	5,66	100,7
	1,5	—	—	—	8,54	18,95	34,23	5,84	—	—
D	0	12,15	—	17,8	8,39	18,95	34,23	5,42	5,58	97,13

16 agosto 1940

Stazione	prof. m.	ora	t° aria	t° acqua	pH	Cl	S	O ₂	O'₂	$\frac{100,0_2}{O'₂}$
A	0	10,30	28,75	27,80	8,09	20,84	37,75	3,92	4,59	85,40
	1	—	—	27,88	8,16	20,81	37,59	3,90	4,58	85,15
	2	—	—	27,5	8,16	20,76	37,50	3,60	4,61	78,09
	3	—	—	27,9	8,16	20,79	37,56	3,43	4,54	75,55
	4	—	—	27,8	8,16	20,79	37,56	3,04	4,59	66,23
	5	—	—	27,35	7,92	20,75	37,48	1,64	4,63	35,42
B	0	12,15	—	28,8	7,04	20,70	37,39	2,94	4,51	65,19
	0,5	—	—	28,85	7,04	20,70	37,39	3,47	4,51	76,94
C	0	9,30	28,3	27,3	7,04	20,75	37,48	3,65	4,63	78,83
	1,2	—	—	27,1	8,15	20,75	37,48	3,39	4,65	72,90
D	0	11,30	—	27,6	8,2	20,75	37,48	3,34	4,61	72,45
	1,3	—	—	28,0	8,28	20,70	37,39	3,36	4,57	73,52

31 marzo 1941

Stazione	Prof. m.	ora	t° aria	t° acqua	pH	Cl	S	O ₂	O'₂	$\frac{100,0_2}{O'_2}$
A	0	11,10	—	16,7	8,3	19,93	36,0	5,64	5,63	100,2
	1	—	—	16,9	8,29	19,88	35,91	5,62	5,61	100,2
	2	—	—	16,8	8,29	19,88	35,91	5,58	5,62	99,29
	3	—	—	16,6	8,06	19,63	35,55	5,66	5,65	100,2
	4	—	—	16,5	8,09	19,68	35,55	5,57	5,66	98,41
	5	—	—	16,5	8,29	19,88	35,91	5,02	5,65	88,68
B	0	12,50	—	17,4	8,09	19,68	35,55	5,41	5,53	97,83
	1,5	—	—	—	8,19	19,83	35,92	5,52	—	—
C	0	10,50	19,3	16,6	8,29	19,88	35,91	5,27	5,64	97,84
	1	—	—	16,5	8,09	19,68	35,55	5,45	5,66	96,29
D	0	12,20	—	17,5	8,07	19,68	35,55	5,24	5,56	94,24
	1	—	—	—	8,29	19,88	35,91	5,74	—	—

27 giugno 1941

Stazione	prof. m.	ora	t° aria	t° acqua	pH	Cl	S	O ₂	O'₂	$\frac{100,0_2}{O'_2}$
A	0	11,45	—	28,5	8,02	19,05	34,42	—	—	—
	1	—	—	—	8,01	19,00	34,33	—	—	—
	2	—	—	—	8,01	19,00	34,33	—	—	—
	3	—	—	—	8,02	18,95	34,23	—	—	—
	4	—	—	—	8,01	18,70	33,78	—	—	—
	5	—	—	—	8,0	18,75	33,87	—	—	—
B	0	13,0	—	28,7	7,89	18,65	33,69	—	—	—
	1,5	—	—	—	8,02	18,65	33,69	—	—	—
C	0	11,2	28,0	28,3	7,89	18,80	33,96	—	—	—
	1,2	—	—	28,1	7,89	18,80	33,96	—	—	—

24 agosto 1941

Stazione	prof. m.	ora	t° aria	t° acqua	pH	Cl	S	O ₂	O ₂	$\frac{100, O_2}{O_1}$
A	0	9,30	—	26,8	7,94	21,18	38,26	4,72	4,66	101,2
	1	—	—	26,8	7,89	21,00	37,94	4,72	4,66	101,3
	2	—	—	27,1	8,00	20,98	37,90	4,93	4,63	106,5
	3	—	—	27,0	8,09	20,96	37,86	4,74	4,64	102,1
	4	—	—	26,95	7,89	21,00	37,94	4,17	4,64	89,87
	5	—	—	26,95	7,89	21,00	37,94	3,86	4,64	83,19
B	0	10,30	26,7	26,8	7,87	22,12	39,96	4,14	4,59	90,19
	1	—	—	27,0	7,89	22,32	40,32	4,46	4,57	97,59
C	0	9,15	25,3	26,0	7,94	21,35	38,57	5,24	4,71	101,1
	1	—	—	26,5	7,97	21,35	38,57	4,52	4,67	96,79
D	0	10,15	—	26,55	7,94	21,35	38,57	2,23	4,67	47,75
	1	—	—	27,05	8,07	21,32	38,51	3,47	4,63	74,94

BIBLIOGRAFIA

- CARAZZI D.: *Relazione sul Lago Fusaro e sulle condizioni delle industrie che vi si esercitano*. Napoli, 1905.
- COSTA O. G.: *Del Fusaro*. Napoli, 1860.
- COSTA O. G.: *La produzione del Lago Fusaro*. « Atti Ist. Sci. nat. », Napoli, ser. 4^a, IX, 1896.
- MALDURA C. M.: *Ricerche chimiche sulla Laguna di Orbetello in rapporto alla biologia*. « Rend. Acc. Lincei », XXII, ser. 6^a, 64, 1935; idem, XXII, ser. 6^a, 140, 1935.
- MAZZARELLI GIUS.: *L'Osservatorio idrobiologico del Lago Fusaro (Napoli)*, « Riv. Biol. », X, 786, 1928.
- MAZZARELLI GIUS.: *Note sulla biologia dell'ostrica (Ostrea edulis L.)*. « Boll. Soc. nat. », Napoli, XXXVI, 61, 1924; idem, XXXVI, 158, 1924.
- MAZZARELLI GIUS.: *Notizie sul Lago Fusaro*. « Atti Ist. Sci. nat. », Napoli, ser. 7^a, LXXIII, 155, 1921.
- MAZZARELLI GIUS.: *L'evaporazione delle acque del Lago Fusaro durante gli anni 1923-26*. « Boll. Ist. Zool. Univ. », Messina, n. 9, 1927.
- MAZZARELLI GIUS.: *Osservazioni pluviometriche eseguite nel R. Osservatorio idrobiologico del Lago Fusaro (Napoli) negli anni 1920-26*. « Boll. Ist. Zool. Univ. », Messina, n. 11, 1927.
- SCORDIA C.: *La salinità di superficie delle acque del Lago Fusaro negli anni 1921-26 e i fenomeni biologici che vi si collegano*. « Boll. Ist. Zool. Univ. », Messina, n. 14, 1927.

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLO SVILUPPO POST-EMBRIONALE IN *CUBICEPS* *GRACILIS* LOWE

Il genere *Cubiceps* è rappresentato nel Mediterraneo dalla sola specie *Cubiceps gracilis*, sul cui sviluppo manca qualsiasi notizia. Riesce, pertanto, di particolare interesse quanto, su tale scomberoide, posso far conoscere. L'adulto di *Cubiceps* è rarissimo ed abissale: i giovani, non molto rari, sono pelagici. Si pescano nei mesi invernali gennaio-marzo. L'adulto più sviluppato finora pescato nello Stretto non supera i cm. 25 di lunghezza, nel Carus (1) si legge che arriva ad un metro.

Nelle annate in cui sono abbondanti le *Berœ* si trovano numerosi gli stadi larvali di *Cubiceps*: pare che essi preferiscano rimanere al di sotto di *Berœ*, *Carmarina* e *Aurelia*.

PERIODO DI MATURITÀ SESSUALE.

Ricade nei mesi invernali, a quanto può giudicarsi dal ritrovamento di stadi larvali nel plancton, che viene pescato nello Stretto di Messina.

Una sola volta in gennaio è capitato un uovo di colore ambraceo, ovaloide, che misurava mm. 2,24 nel maggiore diametro, e mm. 2 nel minore, con capsula spessa, avente alone colorato in rosa-azzurro, e goccia oleosa del diametro di mm. 0,52 di colore rosso-arancione.

Lo sviluppo dell'embrione e le sue caratteristiche pigmentarie ricordano quelli descritti in *Brama Raji* da Sanzo (2).

Materiali e disegni dell'uovo e degli stadi embrionali di *Cubiceps*, potuti avere, andarono distrutti nell'incendio causato da incursioni aeree nella sede provvisoria dell'Istituto Talassografico in Ganzirri nell'agosto del 1943, in cui venne distrutta, insieme ad altre, la memoria per questa specie, pronta per l'invio alla stampa.

Le riproduzioni precise potranno esser pubblicate quando si avrà, dal materiale planctonico, che viene quotidianamente raccolto, l'uovo, che è tanto raro, da averne potuto individuare solo uno in circa trent'anni di ricerche.

Tra settembre e maggio del 1944 accurati esami di plancton di questo Stretto procurarono stadi che portarono a poter completare una serie da mm. 6,16, a mm. 33,76 della specie in esame.

(1) CARUS J. V.: *Prodromus Faunæ Mediterraneæ*. II, 1809-1893.

(2) SANZO L.: *Contributo alla conoscenza di uova e larve di « Brama Raji »* Bl. « Memoria OXIVII » del R. Comitato Talassografico Italiano.

La larva più piccola ha le caratteristiche di quella avuta dall'uovo, tenuto in coltura, e gli stadi che si susseguono formano una serie fino a quello giovanile, avente i principali caratteri dell'adulto, che, sulla guida dei dati noti, autorizzano al riferimento specifico.

LARVA di mm. 6,16 (fig. 1).

Fu pescata libera a mare ed è la più piccola, che attraverso gli stadi a sviluppo inoltrato porta a quello giovanile di mm. 33,76.

Di limitate proporzioni, presenta la sua organizzazione interna notevolmente sviluppata. Corpo alto e piuttosto globoso nella regione addominale, compresso ai lati del tronco, decresce subito dopo l'ano, per finire assai attenuato indietro. Presenta ancora un residuo di vitello.

Capo poco più lungo che alto; la sua lunghezza è contenuta da tre a quattro volte nella lunghezza totale: bocca ampia, con squarcio leggermente obliquo, oltrepassante di poco il profilo anteriore dell'occhio.

Occhio grande, ovale, pigmentato e risplendente di riflessi metallici, il suo diametro maggiore supera la lunghezza dello spazio pre-orbitario.

La primordiale s'inizia a livello del cinto toracico, decorre all'indietro, avvallandosi leggermente all'altezza del troncone caudale, e circonda il tronco, non alta, e presso che simmetrica nei suoi lembi dorsale e ventrale; in tutta la sua estensione è priva di pigmento.

La pigmentazione, notevole nella regione cefalica, è minima lungo tutto il tronco: cromatofori in nero, ramificati, sono sparsi nello spazio soprorbitario e maggiormente ravvicinati sul profilo del capo.

Altri cromatofori, ugualmente colorati e ramificati, si notano nello spazio preorbitario, lungo il profilo della mandibola e sparsi nella regione addominale. Una piccola macchia nera si osserva sulla linea mediana del tronco caudale, a metà, quasi, della sua lunghezza totale.

Cromatofori puntiformi in nero seguono ventralmente la porzione terminale del tronco di attacco ai pezzi ipurali.

Sono presenti le pettorali, piccole, membranose con margine arrotondato.

Il tronco, relativamente alto nella sua porzione anteriore, degrada all'indietro per finire ristretto e diritto. Si contano 32 segmenti, dei quali 4 pre-anali.

L'intestino, con lume ampio anteriormente, decorre arcuandosi ventralmente per aprirsi, con breve porzione ristretta, all'altezza del quarto segmento, molto vicino alla regione cefalica.

CARATTERI PRINCIPALI DELL'ULTERIORE SVILUPPO FINO ALLO STADIO GIOVANILE DI mm. 33,76 (figg. 2-6).

Forma generale del corpo. — Il profilo superiore del corpo e quello inferiore divengono meno curvi col progredire dello sviluppo. Le altezze misurate sul capo, a livello del cinto toracico, poco avanti delle ventrali (massima

e sul troncone caudale, vanno diminuendo in rapporto all'aumento in lunghezza. I valori rilevati sono i seguenti:

Lunghezza totale (caudale compresa) mm.	Altezza sulla mediana dell'occhio	Rapporto tra la lunghezza totale e tale altezza	Altezza a livello del cinto toracico	Rapporto tra la lunghezza totale e tale altezza	Altezza massima del tronco	Rapporto tra la lunghezza totale e tale altezza	Altezza sul troncone caudale	Rapporto tra la lunghezza totale e tale altezza
9,12	2,56	3,56	2,60	3,5	2,96	3,07	0,80	11,4
13,20	3,20	4,12	3,30	4	3,92	3,36	1,04	12
20,56	4,10	5,14	5,36	3,8	6,60	3,1	1,68	12
33,76	5,44	6,2	6,50	5,19	7,44	4,53	2,48	13

Dal superiore specchietto risulta che l'altezza del capo diminuisce progressivamente, divenendo nella serie da 1/3,56 ad 1/6,2, in rapporto alla lunghezza totale. Con oscillazioni minori tale diminuzione si osserva nell'altezza al cinto toracico, a livello delle ventrali, ed al troncone caudale, nei quali i rapporti vanno rispettivamente da 1/3,5 ad 1/5,19; 1/3,07 ad 1/4,53; e 1/11,4 a 13.

L'ano si apre, in tutti gli stadi esaminati, nella metà posteriore del corpo.

Il capo rimane in tutta la serie più lungo che alto: il suo profilo superiore continua la linea del tronco con lieve curva; presenta in corrispondenza dell'occhio una depressione, che è più marcata nell'esemplare di mm. 33,76 lo spazio pre-orbitario è poco esteso in tutta la serie.

La bocca è leggermente obliqua: la sua apertura oltrepassa il profilo anteriore dell'occhio in esemplari sui mm. 9-21, mentre lo raggiunge appena nello stadio di mm. 33,76.

L'occhio si mantiene pressochè sferico in tutta la serie, è ravvicinato al profilo superiore del capo: il suo spazio superiore si raddoppia dall'esemplare di mm. 6,16 a quello di mm. 9,12, nei quali si hanno valori di mm. 0,32 e millimetri 0,64 rispettivamente, per rimanere negli stadi successivi mm. 0,80: misure diverse, ma sempre maggiori di quelle su riferite, si hanno per lo spazio sott'orbitario, che raggiunge i mm. 2 nell'esemplare di mm. 33,76 da mm. 0,56 in quello di mm. 6,16.

Margini opercolari lisci.

La primordiale mostra un breve residuo nell'esemplare di mm. 9,12, nella porzione della futura prima dorsale, ed in un piccolo tratto post-anale: nessuna traccia si ha negli stadi seguenti.

Dorsale. — Non mostra nette distinzioni in prima e seconda negli esemplari a sviluppo non inoltrato. Tale distinzione va gradualmente determinandosi negli stadi più sviluppati. Si ha, difatti, una demarcazione, per quanto limitata ad una certa altezza, in esemplari sui mm. 20-34 (figg. 4-5).

Prima a formarsi è la seconda dorsale, che lunga, regolare, presenta già 20 raggi molli nello stadio di mm. 9,12, e nel numero definitivo di uno duro e 20-25 molli si contano nell'esemplare di mm. 20,56.

La prima dorsale mostra i suoi portaraggi e fini irradiazioni sulla corrispondente primordiale nello stadio di mm. 9,12. Nell'esemplare di mm. 13,20

si contano 10 raggi spinosi, e 12, numero che si riscontra nell'adulto, in quello di mm. 20,56. Tali raggi crescono molto in altezza, dall'anteriore corto, fino al quinto molto alto, da cui decrescono per ridursi ad un'altezza inferiore a quelle dei primi raggi della seconda dorsale. Si determina in tal modo un notevole avvallamento mediano al punto di separazione delle due vicine dorsali.

Anale. — È opposta e simmetrica alla seconda dorsale della quale ripete l'andamento di formazione.

Nell'esemplare di mm. 9,12 sono già formati 20 raggi molli ai quali s'aggiungono negli stadi successivi i primi 3 spinosi, raggiungendo nello stadio di mm. 33,76 la formula di $3/20$, definitiva dell'adulto.

Gli ultimi raggi dell'anale, come quelli terminali della seconda dorsale, ricurvi verso il profilo del tronco, raggiungono la zona d'attacco dei raggi corti della caudale.

Caudale. — Alle fini radiazioni estendentisi dal peduncolo caudale sul corrispondente lembo della pinna primordiale nello stadio di mm. 6,16, si sono sostituiti, in quello di mm. 9,12, raggi definitivi non ancora distinti in due gruppi. Tale distinzione, in un lobo dorsale ed in uno ventrale, è ben marcata sull'esemplare di mm. 13,20, in cui la pinna non è divisa fino alla base, e lascia contare, nell'insieme, il numero definitivo di raggi dell'adulto che sono 17 grandi e 3-4 piccoli basilari tanto nella zona dorsale che ventrale.

Pettorali. — Sono le prime a formarsi e si differenziano più tardivamente che le pinne impari: arrotondate, membranose, negli stadi a sviluppo poco inoltrato, lasciano contare 5 raggi nell'esemplare di mm. 9,12 e 20, numero definitivo dell'adulto, in quello di mm. 13,20.

Ventrali. — Sono inserite poco avanti l'impianto della prima dorsale, a sviluppo ancora arretrato nell'esemplare di mm. 9,12, sono bene estese in quello di mm. 13,20, in cui si conta già il numero definitivo di raggi in $1/5$.

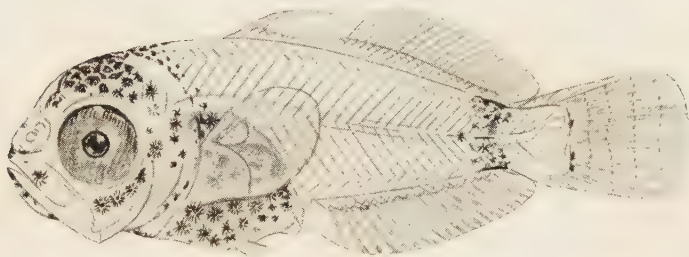
Segmenti. — Rimangono in tutta la serie in numero di 32 distinti dall'esemplare di mm. 9,12 in 12 pre-anali e 20 post-anali.

Pigmentazione. — L'esemplare di mm. 9,12 si collega a quello di mm. 6,16 oltre che per la conformazione generale del corpo, e per il numero dei segmenti, anche per la disposizione del pigmento; corrispondono, difatti, nei due esemplari i gruppi di cromatofori presenti sul capo e alla regione addominale, ed è simile quella lieve colorazione rosa, diffusa specialmente in questa ultima regione. Nell'esemplare più sviluppato è presente alla base della caudale quel pigmento nero notato nello stadio di mm. 6,16 ventralmente all'estremità del tronco, manca però in questo stadio la macchia trasversale sul troncone caudale, che si estende con cromatofori rossastri e più rari nerastri a livello degli ultimi raggi della seconda dorsale e dell'anale.

Nell'esemplare di mm. 13,20 la regione cefalo-addominale è quasi uniformemente ricoperta di cromatofori neri ramificati, cui è commista una lieve colorazione rosa. Alcuni cromatofori neri sono sulla linea mediana del tronco poco avanti e poco dietro il livello dell'ano. Sul tronco caudale non si estende la pigmentazione cefalo-addominale, permane, ed è più estesa la fascia laterale trasversale notata nell'esemplare di mm. 9,12, che è seguita e preceduta d



1



2



3



4



5

alcuni cromatofori sparsi, e che si estende più dorsalmente che ventralmente verso i raggi delle corrispondenti pinne dorsale e anale.

Cromatofori neri ricoprono, senza raggiungere l'estremità superiore, i primi raggi della prima dorsale, i raggi delle ventrali e quelli della seconda metà della caudale costituenti i lobi dorsale e ventrale.

Qualche cromatoforo nero e vari rossastri sono alla base di tale pinna e su alcuni raggi della prima metà di essa.

Nell'esemplare di mm. 20,56 si ripete con lieve maggiore estensione la distribuzione del pigmento visto nel precedente stadio.

In quello di mm. 33,76 cromatofori piccoli puntiformi si alternano con altri più estesi e ramificati, e ricoprono, più fitti, la regione cefalo-addominale, meno quella del tronco caudale.

I raggi delle pinne dorsali, i primi raggi dell'anale, quelli della caudale e delle ventrali, presentano, in quasi tutta la loro estensione, lineette in nero che si susseguono a breve distanza. Una colorazione argentea si nota nella regione opercolare e addominale con riflessi di varia tinta nella zona sott'orbitaria.

Riporto nello specchietto che segue le misure di lunghezza e di altezza relative a tutti gli esemplari descritti.

	Esemplare di mm.				
	6,16	9,12	13,20	20,56	33,76
<i>Lunghezze:</i>					
dal muso all'occhio	0,56	0,64	0,80	1,28	1,92
diametro dell'occhio	0,64	1,04	1,52	2,00	2,64
dall'occhio al cinto toracico	0,60	0,96	1,44	1,76	3,20
dal cinto toracico all'ano	0,36	1,20	2,08	4,16	7,44
dall'ano all'estremo del tronco	4,00	3,68	4,80	7,36	11,76
pinna caudale		1,60	2,56	4,00	6,80
	6,16	9,12	13,20	20,56	33,76
<i>Altezze:</i>					
Sulla mediana dell'occhio:					
spazio soprorbitario	0,32	0,64	0,80	0,80	0,80
diametro dell'occhio	0,56	1,04	1,44	1,92	2,64
spazio sottorbitario	0,56	0,88	0,96	1,28	2,00
sul cinto toracico	1,70	2,60	3,30	5,36	6,50
massima sul tronco	1,80	2,96	3,92	6,60	7,44
minima sul troncone caudale	0,20	0,80	1,04	1,68	2,48
SEGMENTI ...	4 + 28	12 + 20	12 + 20	12 + 20	12 + 20

Riassunto. — Si dà notizia sul periodo di maturità sessuale, sulle uova e larve alla schiusa, e si descrive una serie di sviluppo a partire da esemplari sui mm. 6,16 di lunghezza fino agli stadi giovanili di *Cubiceps gracilis* Lowe.

Istituto Talassografico di Messina.

NOTE ALLE FIGURE

- Fig. 1 — Larva di *Cubiceps gracilis* Lowe di mm. 6,16.
 Fig. 2. — Stadio di *Cubiceps gracilis* Lowe di mm. 9,12.
 Fig. 3. — Stadio di *Cubiceps gracilis* Lowe di mm. 13,20.
 Fig. 4. — Stadio di *Cubiceps gracilis* Lowe di mm. 20,56.
 Fig. 5. — Stadio di *Cubiceps gracilis* Lowe di mm. 33,76.

RAPPORTI TRA TEMPERATURA, SALINITÀ E DEFLUSSI NELL'ALTO ADRIATICO E LORO IMPORTANZA PER LA BIOLOGIA MARINA

Le osservazioni idrografiche iniziate ancora nel 1920 presso Rovigno dal compianto prof. R. Issel, allora direttore dell'Istituto di biologia marina di Rovigno, vennero continuate salvo brevi interruzioni sino al 1944 e comprendono complessivamente un venticinquennio (1920-44) di misure termiche dell'aria e dell'acqua alla costa, effettuate giornalmente e quasi un ventennio (1920-25, '28-33, '37-43) di misure idrografiche settimanali eseguite presso l'isolotto di Bagnole, ad un miglio al largo di Rovigno. Molto importante risulta il materiale di osservazione raccolto al largo, poichè le misure termiche vennero sempre abbinate a prelevamenti di campioni d'acqua per la determinazione sia della salinità sia dell'ossigeno disciolto. Trattasi in complesso di una serie quasi ininterrotta di oltre 20.000 dati raccolti in lunga serie di anni, che costituiscono ormai un'ottima base per tutte le future ricerche idrografiche in questo bacino. Dall'elaborazione di questi dati, ricavammo dei fatti incontrovertibili e di notevole importanza, che qui brevemente cercheremo di riassumere, in attesa che si possa stampare il lavoro per esteso.

Per l'intero venticinquennio 1920-44 la temperatura media dell'aria a Rovigno, che ha più che altro valore indicativo per confronto con la temperatura dell'acqua, fu di $13,9^{\circ}$ con un'escursione massima di $1,8^{\circ}$, massimi estivi di $23,1^{\circ}$ in VII e minimi invernali di $5,5^{\circ}$ in II, che talvolta sono ritardati a III od anticipati a XII. Invernate eccezionalmente rigide si verificarono nel 1929, ma anche nel 1932, 1940, 1941 e 1942, se anche il freddo fu meno accentuato. Dalle misure termiche dell'acqua, eseguite quasi giornalmente in tutta prossimità della costa, si può dedurre che la temperatura segue con ritardo di circa un mese quella dell'aria ambiente, specialmente quando questa va diminuendo, mentre nei mesi di ascesa, cioè da III ad VIII, le curve quasi coincidono. L'acqua alla costa avrebbe una temperatura media annua di $16,1^{\circ}$, massimi estivi di $24,2^{\circ}$ in VIII e minimi invernali di $8,8^{\circ}$ in II (medie del venticinquennio 1920-44).

Maggiore importanza hanno le misure al largo eseguite a 4 quote (m. 0,5 -5-15-29), dalle quali si deduce che l'andamento termico presenta dei minimi a tutte le quote normalmente in II, eccezionalmente nelle annate molt-

fredde (1929, 1939) in III e dei massimi di superficie di solito in VIII, anticipati alle volte a VII o ritardati a IX. I massimi termici di superficie sono dunque spostati di un mese rispetto a quelli dell'aria, che si verificano in VII, mentre i minimi termici coincidono quasi sempre con quelli dell'aria e nelle annate a freddi eccezionali si hanno in III. Negli strati più profondi che si riscaldano meno per diretto assorbimento delle radiazioni solari, se anche compensati dai moti convettivi, i massimi sono spostati di regola a X, dunque di due mesi, rispetto a quelli degli strati più superficiali, di rado a IX. La temperatura media annua al largo risulta per il periodo 1921-43 di 15,5° con massimi di 21,8° in VIII e minimi di 9,1° in II. Mentre nei mesi freddi (X-IV) la differenza tra temperatura a m. 0 ed a m. 29 risulta minima e spesso a tutte le quote regna uniforme l'omotermia, per i più vivaci moti convettivi o la temperatura degli strati inferiori è di poco superiore a quella a m. 0, nei mesi caldi (V-XI) la differenza è molto più evidente, poichè gli strati di fondo sono più freddi di quelli superficiali ed il salto termico raggiunge talora i 3-4° (1943).

Anormali e persistenti basse temperature dell'acqua anche negli strati inferiori si verificarono nel III del 1929 e nel II del 1940 e 1942, che provocarono tra l'altro una fortissima moria nella *Sepia officinalis*, cefalopodo particolarmente sensibile a temperature inferiori ai 7°. Il fatto si verificò in misura inusitata nel 1929 e si ripeté, se anche più ridotto, nel 1932, 1940 e 1942 e si manifesta ogni anno regolarmente all'entrare delle seppie migranti dal mare aperto nella Laguna veneta, dove incontrano acque più fredde. Non è da escludersi che un raffreddamento eccessivo delle acque ripetutosi a brevi intervalli possa annoverarsi tra le cause che portarono all'estinzione delle Ammoniti nel Cretaceo superiore e delle Belemniti nel Paleocene.

Gli anormali spostamenti stagionali della temperatura media mensile al largo, nei tre periodi, si possono vedere dal prospetto seguente:

Periodo	Mese												Media
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1921-25	10,6	9,6	10,1	11,9	15,6	18,8	20,9	22,1	20,9	19,2	16,3	13,0	15,7
1929-33	10,6	9,1	8,6	10,8	14,5	18,9	21,1	21,7	21,2	19,2	16,3	13,5	15,5
1937-43	9,8	8,8	9,2	11,2	14,5	18,2	20,8	21,6	20,7	19,4	16,4	13,0	15,3
Media 1921-43 ...	10,2	9,1	9,3	11,3	14,8	18,6	20,9	21,8	20,9	19,3	16,4	13,2	15,5
Acqua alla costa (1920-44)	10,1	9,0	9,5	11,9	15,9	20,6	23,3	24,0	22,1	19,0	15,9	12,8	16,2
Aria (1920-44)	5,6	5,5	8,5	12,2	16,5	20,5	23,1	22,9	19,8	15,2	10,9	6,8	13,9

L'andamento annuo della salinità ad un miglio al largo di Rovigno, subisce delle oscillazioni periodiche con massimi invernali e minimi estivo-autunnali, invertiti rispetto ai massimi e minimi termici; inoltre la salinità aumenta con

la profondità e negli strati inferiori è quasi sempre più elevata che in superficie: le differenze sono minime nei mesi freddi (XII-II) quando regna l'omoterminia e massime nei mesi caldi (VI-IX). Lo si può vedere dal prospetto che segue:

Mese Periodo	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Media
1921-25 ...	37,94	38,08	38,07	37,80	37,46	37,36	37,16	36,76	36,91	37,03	37,57	37,85	37,50
1929-33 ...	37,97	38,11	38,04	37,90	37,39	37,02	37,18	37,16	37,07	37,36	37,49	37,76	37,54
1937-43 ...	37,48	37,55	37,48	37,39	37,17	36,94	36,66	36,63	36,69	36,81	37,26	37,34	37,12

Le anomalie della salinità risultano ancor meglio dalla differenza di salinità tra superficie e fondo espressa in centesimi di grado salino (1 grado salino = 1 kg./sale per 1 kg./acqua):

Mese Periodo	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Media
1921-25 ...	1	3	20	17	38	39	86	68	62	31	6	1	31
1929-33 ...	4	1	15	16	34	34	142	142	132	65	10	6	58
1937-43 ...	0	3	17	19	68	123	218	226	163	91	22	6	81

Si osserva dunque che lo scostamento dal 1921-25, periodo che per la regolarità delle sue curve sia termiche che aline possiamo considerare normale, dei due periodi successivi non è per, il 1929-33 troppo accentuato, mentre è molto forte per il 1937-43, periodo in cui si ebbe un'annata del tutto anormale nel 1941 con salinità assai basse, specialmente in superficie e differenze assai notevoli da VI-IX con un massimo di 733 in VII, differenza mai raggiunta in quasi un ventennio di osservazioni al largo.

La salinità media annua risulterebbe di 37,38 ‰, con massimi di 37,86 ‰ in II e minimi di 36,89 ‰ in VIII, che coincidono coi massimi e minimi di superficie, mentre sul fondo il massimo si verifica in III con 37,90 ‰, ed il minimo in X con 37,47 ‰.

Le variazioni di salinità, che abbiamo constatato al largo della costa istriana, vanno poste in relazione con i deflussi dei fiumi, corsi d'acqua e sorgenti, che sboccano nell'Alto Adriatico dal Po al Quieto. Le portate mensili dei fiumi maggiori (Po, Adige, Brenta, Piave, Livenza, Tagliamento, Isonzo, ecc.) danno di solito un massimo in V-VI ed uno minore in X-XI, mentre i minimi vengono a cadere nei mesi freddi (XII, I, II), di rado in IV. Perciò d'inverno si verifica una salinità elevata e d'estate, con uno o due mesi di ritardo rispetto ai massimi deflussi primaverili, una salinità bassa. Non è però il totale assoluto dei deflussi, bensì la loro distribuzione nei vari mesi

dell'anno che influisce in definitiva sulla salinità media, poichè soltanto i massimi deflussi di primavera fanno diminuire sensibilmente la salinità estiva a discapito della media annua, mentre quelli autunnali non influiscono, salvo casi di portate eccezionali, sulla salinità invernale, che è allora leggermente più bassa del normale, come potemmo verificare esaminando le singole annate.

Il rapporto tra salinità media mensile e deflussi integrali dei fiumi in miliardi di metri cubi, viene messo in evidenza dal prospetto che segue:

Mese		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Media
Periodo														
1921-25.....	Defl.	3,1	3,1	3,8	4,4	5,3	5,6	3,9	3,5	4,1	4,6	4,0	3,7	4,1
	S. ‰	37,9	38,1	38,1	37,8	37,5	37,4	37,2	36,8	36,9	37,0	37,6	37,8	37,5
1929-33.....	Defl.	3,5	3,3	4,9	4,4	7,4	6,8	4,5	4,0	3,8	5,5	5,7	4,9	5,9
	S. ‰	38,0	38,1	38,0	37,9	37,4	37,0	37,2	37,2	37,2	37,4	37,5	37,8	37,54
1937-43.....	Defl.	3,9	3,8	4,8	4,8	7,1	7,8	5,5	4,2	5,4	6,8	7,3	4,9	5,5
	S. ‰	37,5	37,6	37,5	37,4	37,2	36,9	36,7	36,6	36,7	36,8	37,3	37,3	37,12
1921-43.....	Defl.	3,5	3,5	4,5	4,5	6,6	6,8	5,1	3,9	4,5	5,8	5,9	4,6	4,9
	S. ‰	37,8	37,9	37,8	37,7	37,4	37,1	37,0	36,9	36,9	37,1	37,4	37,6	37,38

Questo rapporto intercorrente tra portate dei fiumi e salinità risulta tutt'altro che regolare poichè viene complicato dalle correnti circolatorie ascendenti da sud-est lungo la costa dalmata e discendenti verso sud lungo la costa occ., dalle oscillazioni di marea, dai moti convettivi conseguenza del riscaldamento e della evaporazione, dalle condizioni meteorologiche ed idrodinamiche, che agiscono in superficie ed in generale dalla complicata idrodinamica delle acque del bacino settentrionale.

Nella stazione al largo vennero infine prelevati dal 1929-43 anche campioni d'acqua per la determinazione dell'ossigeno disciolto. La più alta percentuale di ossigeno si riscontra, com'è ovvio, negli strati superficiali a diretto contatto con l'aria ambiente, ma anche gli strati di fondo sono in genere ben ossigenati. Nell'andamento stagionale si possono constatare dei massimi in IV-VI spostati alle volte a VII, che vanno posti in relazione coi massimi primaverili di fitoplancton e minimi in X-XI. Le medie per tutto il periodo di osservazione (1929-33 e '37-43) sarebbero le seguenti:

Mese	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Med ia
Periodo													
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1929-33.	99,06	97,73	96,12	98,01	99,52	100,40	101,41	100,29	97,0	96,61	90,54	93,93	97,54
1937-43.	95,73	97,04	99,22	100,47	100,76	101,32	100,57	99,14	95,69	93,62	92,89	94,29	97,56

La conoscenza delle condizioni idrografiche di un bacino come l'Adriatico settentrionale, basata su misure periodiche condotte con criteri uniformi per decenni, sono di capitale importanza per lo studio della biologia degli organismi del necton, del plancton e del bentos viventi in quelle acque.

Accenneremo all'influenza esercitata sulle migrazioni genetiche delle specie ittiche, che possono venir spostate da anormali condizioni idrografiche e sulla pesca in genere (1). Abbiamo tra l'altro potuto accertare la correlazione

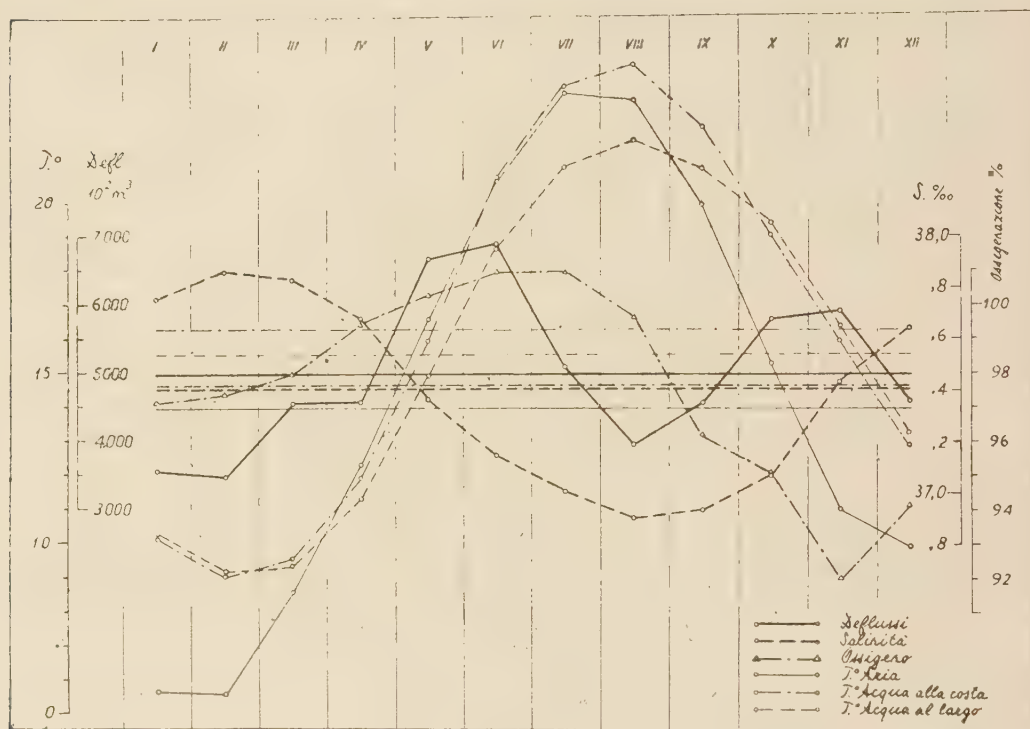


Grafico delle medie mensili ed annue. — Temperatura dell'aria a Rovigno e temperatura dell'acqua alla costa (1920-44). Temperatura dell'acqua e salinità per mille al largo (1921-25, 1929-33, 1937-43). Ossigeno (1929-33, 1937-43). Deflussi (1921-25, 1929-33, 1937-43).

esistente tra la temperatura e la pesca della Sardina (*Clupea pilchardus*) uno dei pesci economicamente più importanti dell'Adriatico, e sulla quale diremo altrove. Sulla forte mortalità causata da anormali basse temperature su specie particolarmente sensibili come la *Sepia officinalis*, si è già detto.

È anche noto che i massimi di plancton si verificano in II-V quando la temperatura va aumentando e diminuisce la salinità (2). Temperature elevate accompagnate da basse salinità provocano spesso nell'Alto Adriatico il caratteristico fenomeno del mare sporco, che consiste in un'improvvisa prolifera-

(1) VATOVA A.: L'anormale regime fisico-chimico dell'Alto Adriatico nel 1929 e le sue ripercussioni sulla fauna. *Thalassia*, I, 8, 1934.

(2) MÜLLER H.: Einige Beobachtungen über die Schichtung des Phytoplanktons nahe der Küste bei Rovigno d'Istria. « *Not. Ist. Biol.* ». Rovigno, II, 2, 1938.

zione di Diatomee (spec. *Chaetoceras*) accompagnate da emissione di enormi quantità di muco, che nella fase culminante danno origine alla formazione di masse gelatinose che calano sul fondo distruggendo organismi bentonici. Queste brusche esplosioni di vita, come le chiama il Vernadsky, si verificano ad intervalli irregolari e dipendono certo da anormali condizioni idrografiche.

Anche la fauna di fondo ne viene influenzata (1) poichè nel bentos iliofilo e pelofilo si verifica di regola un massimo estivo-autunnale ed un minimo invernale-primaverile, mentre in quello psammofilo si può constatare sia per i massimi che per i minimi un ritardo di circa tre mesi in confronto con quello dei fondi fangosi e melmosi.

Le condizioni idrografiche esercitano infine un'influenza considerevole sullo sviluppo vegetativo delle alghe marine e sull'epoca della riproduzione. Per la zona di Rovigno in particolare abbiamo potuto accertare (2), che di 172 specie di alghe di cui si conosce il periodo di riproduzione, il 51 % (36 Feoficee e 50 Rodoficee) si riproduce in primavera-estate ed il 21 % (11 Feoficee e 25 Rodoficee) d'inverno. Può anche darsi che la capricciosa fioritura delle poche Fanerogame marine (*Zostera marina* e *nana*, *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*), che avviene a lunghi ed irregolari intervalli di tempo, dipenda da particolari condizioni idrografiche.

Abbiamo accennato soltanto ad alcuni fatti per dimostrare come una profonda conoscenza delle condizioni idrografiche di un bacino condotte con uniformità per molti anni di seguito possa darci la chiave per chiarire e forse risolvere molti ed interessanti problemi biologici.

(1) VATOVA A.: *Le zoocenosi dell'Alto Adriatico presso Rovigno e loro variazioni nello spazio e nel tempo*. Thalassia, V, 6, 1943.

(2) VATOVA A.: *Fenologia delle alghe marine di Rovigno*. Archivio di Oceanografia e Limnologia (in corso di stampa).

IL COEFFICIENTE DI SÖRENSEN (pH) DELL'ACQUA DI MARE DETERMINATO, A SCOPO ORIENTATIVO, COL METODO DEI FOGLI INDICATORI DI WULFF

Il concetto ed i metodi di misura dell'alcalinità dell'acqua di mare hanno subito, negli ultimi decenni, delle profonde modificazioni. Dall'antica definizione del Dittmar (1) di « eccesso delle basi sugli acidi » calcolato in ossido di calcio equivalente, si è passati gradualmente a quella più corretta del Pfeiffer (2), che misura la quantità di acido titolato, necessario alla neutralizzazione di 100 ccm. di acqua, indicatore le fenoltaleina o l'alizarina (3). Non si aveva però un modo costante per esprimere questa alcalinità: si indicavano generalmente i ccm. o i milligr. di anidride carbonica o quelli dei gruppi molecolari: ossidrilie, bicarbonato, carbonato di calcio o anche ossido di magnesio equivalenti, espressi in milligr. per litro.

Solo le ricerche di una trentina d'anni fa incominciano a considerare la concentrazione degli ioni idrogeno o quella degli idrossilioni (4) come termine esatto, che esprime l'alcalinità effettiva dell'acqua marina.

Il coefficiente di Sørensen, figurato col simbolo pH (potenziale o esponente aritmetico d'idrogeno) esprime, come è noto, la quantità di ioni idrogeno, caricati di elettricità positiva, presenti allo stato libero, che determinano l'acidità ionica di una soluzione, in contrapposto all'acidità totale (o di titolazione), che misura la somma dell'acidità ionica e di quella virtuale o potenziale (5).

Il pH si determina negli elettroliti in generale e nell'acqua di mare in particolare con due metodi, quello elettrometrico (detto meglio potenziometrico), molto preciso e meticoloso, che utilizza le variazioni della resistenza opposta da ciascun elettrolito al passaggio di una corrente elettrica e quello

(1) Cfr. PICOTTI M.: *Il regime fisico-chimico delle acque nello Stretto di Messina*, «Atti II Congr. Chimica Pura ed Applic.», 1926, pag. 1229.

(2) Cfr. MAUCHA R.: *Hydrochemische Methoden in der Limnologie*. Stuttgart, 1932, pag. 76, che riporta la definizione di V. WARTHA.

(3) WINKLER L. W.: *Beiträge zur Wasseranalyse III*. «Zeitschr. f. angew. Chemie», 1916-29, vol. I, pag. 218.

(4) GAARDER J.: *Die Hydrooxylzahl des Meerwassers*, in «Bergens Museum Aarbog.», 1916-1917. «Naturvidenskabelig, Raekke», n. 3.

(5). Cfr. SCALA A.: *Ricerche e studi sulla fisiologia del ricambio*. Roma, anno XVII, 1942, n. 1-4, pag. 21; MAZZOLETTI A.: *Il simbolo di Sørensen pH ed il simbolo di Clark rH*, in «L'Officina», anno 1929, pag. 329 e ibidem, anno 1930, pag. 88.

colorimetrico, che si controlla col primo. Quest'ultimo può servirsi, per le determinazioni, di liquidi tampone (Sörensen, Palitsch, Clark) (1) oppure farne a meno (Ostwald, Michaelis) (2).

Le prime sostanze impiegate come indicatori per la misura colorimetrica del pH furono la fenolftaleina e la naftolftaleina (Palitsch, Natterer, Picotti) (3); si passò in seguito alle serie di Clark (4) (bleu-timolo, rosso cresolo, rosso fenolo, ecc.) e a quelle di Michaelis (*m*- e *p*- nitrofenolo, α e β dinitrofenolo) che servono particolarmente per il metodo senza soluzioni-tampone (5). Si può dire che ogni autore abbia sperimentato un determinato gruppo di sostanze (6), ottenendo dei risultati che concordano perfettamente con quelli degli altri ricercatori.

Furono infine proposte delle mescolanze di sostanze coloranti, dette « indicatori universali », che permettono di ottenere, a scopo largamente orientativo, delle indicazioni grossolane sull'acidità o l'alcalinità delle soluzioni prese in esame. Tali sono p. es. l'indicatore universale di Merk, che consente determinazioni tra pH 4 e pH 9 e quello di Erba, che vira entro i limiti di pH 1,4 e pH 12 (7).

(1) SÖRENSEN S. P. et PALITSCH: *Sur le mesurage de la concentration en ion hydrogène de l'eau de mer.* « Compt. rend. lab. Carlsberg », 9, 8 e « Biochem. Zeitschr. », 24, 387; PALITSCH S.: *Manuel pratique de l'analyse de l'eau de mer. III. La détermination des ions hydrogène par la méthode colorimétrique.* « Bull. Inst. Ocean. ». Monaco, 1922, n. 409.

(2) Cfr. MICHAELIS L. u. RONA P.: *Praktikum der Physikal. Chemie.* Berlin, 1930, pag. 50, üb. 18; MICHAELIS L. u. GYEMANT A.: « Biochem. Zeitschr. », 109, 165, 1920.

(3) PALITSCH, loc. cit.; NATTERER K.: *Chemische Untersuchungen im öst. Mittelmeer*, in « K.K. Akadem. Wissenschaft ». Vienna LIX Ber. I Reihe; PICOTTI M. e VERCELLI F.: *Il regime fisico-chimico delle acque nello Stretto di Messina - Campagne della R. Nave « Marsigli »*, 1922-23, pag. 83-101.

(4) LUBS HERBERT A. e CLARK WILLIAM M.: « Journ. of the Washington Acad. of Sciences », 5-609, 1915 e CLARK e LUBS: « Journ. of Bacteriol. », 2-1, 1917 e specialmente l'opera di CLARK: *The Determination of Hydrogen Ions.* Baltimore, 1928.

(5) BALDO S.: *Sostanze per la determinazione della concentrazione degli idrogenioni*, in « L'Officina », anno 1930, pag. 309-317. Egli propone, in luogo del termine « soluzioni-tampone », che rende male l'espressione tedesca di « Pufferlösungen », la voce di *ripulsori*. Meglio sarebbe usare il termine, meno meccanico, di « ammortizzatori » (A. SCALA, loc. cit.).

(6) Le serie di indicatori consigliati per le ricerche oceanografiche sono: rosso neutro: pH 6,5-8,0 (viraggio giallo-rosso); α -naftolftaleina: pH 7,3-8,7 (viraggio verde-azzurro, giallo-grigio); Fenolftaleina: pH 8,3-10,0; viraggio rosso-incolore e, della serie CLARK e LUBS: Porpora-bromocresolo, pH 5,2-6,8; viraggio giallo-porpora. Azzurro-bromotimolo pH 6,0-7,6; viraggio giallo-azzurro. Rosso fenolo, pH 6,8-8,4; viraggio giallo-rosso. Rosso cresolo pH 7,2-8,8; viraggio giallo-rosso. Bleu-timolo pH 8,0-9,6; viraggio giallo-azzurro e Cresolftaleina pH: 8,2-9,8 viraggio incolore-rosso.

(7) Indicatori universali orientativi sono pure quelli di JAMADA e di BRUÈRE (cfr. « Union Pharm. », 1930, pag. 324), detti anche « indicatori spettrali » perchè manifestano la reazione della soluzione in esame virando coi colori dell'iride.

Per il primo i limiti sono: pH 4: rosso; pH 5: arancio; pH 6: giallo; pH 7: verde chiaro; pH 8: verde carico; pH 9: indaco; pH 10: violetto.

La formula di preparazione dell'indicatore di Jamada è la seguente: sciogliere a b. m. in 100 cm. di alcool (neutro) a 95°: gr. 0,005 di bleu-timolo, gr. 0,0125 di rosso di metile gr. 0,05 di bleu di bromotimolo e gr. 0,10 di fenolftaleina. Neutralizzare con NaOH 0,05/N e portare con acqua bidistillata al volume di 200 cm.

Dei diversi metodi colorimetrici senza liquidi tampone, proposti per le ricerche in mare, i più usati sono quello di Michaelis (1) e quello di Hellige.

Il primo utilizza un comparatore di Walpole biperforato (2) e *m*- o *p*-nitrofenolo quali indicatori. Le soluzioni campione sono contenute in tubetti di vetro, saldati alla lampada, che si conservano in apposite custodie, al riparo dalla luce (3). Questo apparecchio presenta diversi vantaggi rispetto ai colorimetri usuali, ma data la fragilità dei tubi di vetro e l'alterabilità dei colori alla luce, non costituisce l'ideale per ricerche in spedizioni di lunga durata.

Il secondo usa invece il comparatore di Hellige, alla α -naftoltaleina o al bleu-timolo, nel quale l'acqua da analizzare viene posta in vaschette di vetro molato, a pareti parallele ed il confronto si fa con una serie di dischi di vetro, colorato più o meno intensamente, traguardando attraverso un canocchiale. Questo apparecchio è più pratico del precedente, però i toni di colore da paragonare con quelli ottenuti con l'acqua di mare, alla quale fu aggiunto l'indicatore, sono frequentemente di una gamma molto diversa e non consentono che una determinazione approssimativa del pH.

Molto meglio riescono le misure con i colorimetri a doppi cunei sovrapposti, che consentono di graduare più esattamente la tinta dei colori da confrontare fra di loro. L'alto costo di questi strumenti e la difficoltà di maneggiarli su piccole imbarcazioni, ne limitano però l'applicazione per questo genere di ricerche.

Esaminati così, succintamente, i metodi abituali di determinazione del pH nelle ricerche talassografiche, passiamo alla descrizione del procedimento di Wulff ai fogli indicatori. Esso consente misurazioni del pH entro i limiti di 1,4-12,6 con un'approssimazione visibile di $\pm 0,20$, mentre si può stimare ancora bene $\pm 0,10$. La precisione è dunque dell'ordine di grandezza dei sopracitati metodi colorimetrici.

Il metodo, che appartiene a quelli detti « da campo » (« Feldmethoden » dei tedeschi) è comodo per le misure a bordo, anche su piccole imbarcazioni, perchè, essendo di facile manualità, permette l'esecuzione delle stesse anche da parte di personale tecnico, affatto digiuno di teoria. Esso dà la possibilità di esaminare la reazione anche di acque torbide e colorate, rendendosi così indispensabile nelle ricerche alle foci dei fiumi, dove i detriti terrosi ed organici, possono dar luogo a delle torbide pressochè costanti.

L'apparecchio (4) si presenta in un imballo pratico, tascabile, cosicchè può essere trasportato con facilità e senza pericolo di rotture, anche durante spedizioni su piccoli natanti e con mare molto mosso.

Il principio sul quale si basa il metodo dei fogli di Wulff è il seguente: il foglio indicatore è costituito da una membrana gelatinosa, che ha la pro-

(1) MICHAELIS L. e RONA P., loc. cit., pag. 51, Ueb. 17 e 19.

(2) MICHAELIS L. e RONA P., loc. cit., pag. 49, fig. 7.

(3) MICHAELIS L. e RONA P., loc. cit., pag. 52, fig. 2. L'apparecchio viene messo in commercio dall'Istituto Sieroterapico Berna.

(4) Messo in commercio dalla Ditta F. & M. Lautenschläger di Monaco (Germania).

prietà di essere diffusibile per le soluzioni acquose e nella quale è contenuto un indicatore allo stato di adsorbimento (1). Caratteristica particolare di questa membrana è di consentire una diffusione molto più lenta dell'indicatore fuori di essa, di quella che altri ioni possono diffondersi nell'interno della medesima; questo riguarda specialmente gli ioni idrogeno e quelli ossidrilici. Perciò è possibile di determinare la concentrazione di questi ioni, contenuti nelle soluzioni in esame, per mezzo del viraggio di colore che avviene nell'interno del foglietto stesso.

Nel foglio gelatinoso si diffondono solo sostanze allo stato di vera soluzione oppure ad alto grado di dispersione; perciò è possibile di determinare l'acidità anche di soluzioni colloidali e di sospensioni torbide, che di solito male si prestano all'analisi con gli usuali metodi colorimetrici. In questi casi anche il metodo potenziometrico può fallire, perchè nella soluzione in esame possono trovarsi sostanze ossidanti e riducenti, mentre con l'indicatore di Wulff si ottengono ancora misurazioni attendibili del pH. L'impenetrabilità per i colloidi determina il fatto, che nelle soluzioni dove la concentrazione degli idrogenioni è dovuta al solo colloide (p. es. dove la fase colloidale è legata agli idrogenioni per mezzo di un equilibrio di dissociazione o di adsorbimento) non si misura il pH del colloide, ma della fase non colloidale che si trova in equilibrio con esso. In presenza di sali, che funzionano da ammortizzatori, questa differenza si equilibria a sufficienza entro i limiti di precisione dei fogli reattivi; perciò nelle ricerche sopra sostanze albuminoidi (2) bisogna provocare, con l'aggiunta di sali adatti, l'azione tamponatrice.

Dovendo eseguire delle misure di pH su acque dolci o poco salate, che sono da considerarsi soluzioni a tamponatura minima, bisogna adoperare dei foglietti indicatori speciali, che si trovano pure in commercio. La concentrazione dell'indicatore in questi fogli è notevolmente inferiore a quella degli altri. Il valore proprio del pH dell'indicatore adsorbito nel foglio (che rappresenta per se stesso un acido dissociantesi) e l'idrolisi della membrana gelatinosa non disturbano in questo modo la misurazione del coefficiente (3).

ATTREZZATURA TECNICA DEL METODO COLORIMETRICO DI WULFF.

Il colorimetro a fogli di Wulff per la determinazione del pH «in situ», viene messo in commercio in diversi tipi. Il più adatto per le ricerche talassografiche è quello denominato «K1» (4) provvisto di tre scale comparative, che abbracciano l'intervallo di pH 2,6-9; due sole di queste hanno importanza in oceanografia.

(1) Cfr. MICHAELIS L. e RONA P.: *Praktikum der physikalischen Chemie*, pag. 133-52. Ueb., Punkt 3 e ibidem, pag. 141-60. Ueb.

(2) MICHAELIS e RONA, loc. cit., pag. 40. Ueb. 14. *Der Eiweiss- und Alkaloid-Fehler der Indikatoren*.

(3) Cfr. KROEPELIN: *Kolloid. Zeitschr.*, XLIV. Bd. 1928, H. 3.

(4) Cfr. LAUTENSCHLAGER: *Druckschrift*, n. 304, X Aufl.

In una scatola di bachelite (1) sono contenuti i seguenti istrumenti: scala di confronto cromatica con corsoio a finestrella scorrevole, per il collocamento del foglio reattivo, fogli reattivi di diversi numeri (0-5, più i fogli speciali e quelli colorati), vaschette di vetro, pinzetta a branche piatte, bastoncino di vetro, pipetta di vetro sottile, termometro centigrado e carta da filtro. A parte esiste una pissetta per l'acqua bidistillata.

Il colorimetro adatto per le ricerche oceanografiche e per lo studio delle acque salmastre e dolci possiede le seguenti scale e relativi fogli reattivi:

a) Fogli a scala « 2 », limite di misura: pH 5,0-7,2. Viraggio: giallo-verde-violetto; servono, ma raramente, per acque dolci e lievemente salate.

b) Fogli a scala « 3 », limite di misura: pH 7,09-9,0. Viraggio: giallo-bruno-rosa. Serve per le misure idrologiche in generale e specialmente per quelle sull'acqua di mare.

Le colorazioni delle scale di confronto sono scelte in modo da garantire anzitutto la stabilità delle tinte alla luce e non presentano perciò, in via assoluta, uguale spettro di assorbimento. Tale fatto non dà tuttavia luogo a nessun inconveniente e la corrispondenza dei colori è ottima alla luce diffusa del giorno.

Quando però si è costretti a servirsi della luce artificiale (p. es. nelle serie di misurazioni notturne, in mare), si può usare la lampada colorimetrica speciale, oppure altre sorgenti di luce, che siano munite di vetro azzurrigno (2).

Lo schermo bianco, esistente sul corsoio fenestrato della scala di confronto, va allora sostituito con quello verde-azzurro.

In tutte le misurazioni, specialmente però in quelle alla luce artificiale, bisogna evitare assolutamente l'osservazione diretta contro la sorgente di luce, ma utilizzare invece lo schermo a riflesso esistente sulla finestrella.

FOGLI INDICATORI SPECIALI PER ACQUE DOLCI.

Per le misurazioni su acque dolci o lievemente salmastre, contenute entro l'intervallo della scala pH 4,0-8,0, furono preparati dei fogli indicatori speciali, adatti per elettroliti contenenti pochi sali, cioè male «ammortizzati». Poichè le misurazioni ai limiti dell'intervallo fra il foglio «2» ed il «3» avvengono poco nitidamente, furono creati dei fogli (denominati «A» e «B») che abbracciano appunto l'intervallo pH 4,0-8,6 e pH 6,2-8,6; entro questi limiti stanno i valori abituali delle acque dolci e salmastre, nonchè dei fondi sabbiosi.

In luogo degli « indicatori universali » in soluzione acquosa, sopra citati (pag. 29), esistono dei fogli reattivi espressamente preparati, che servono a misurazioni orientative grossolane, che possono sostituire con vantaggio le carte reattive al tornasole ed alla fenoltaleina, usate abitualmente in chimica analitica.

(1) Cfr. LAUTENSCHLÄGER: *Druckschrift*, n. 304, dove l'apparecchio è illustrato a pag. 6.

(2) Per es. la lampadina elettrica Nitens 16.

MODO DI ESEGUIRE LE MISURE DEL pH COL COLORIMETRO DI WULFF.

Per determinare il valore di pH con questo colorimetro, bisogna anzitutto conoscere entro i limiti di quale scala comparativa si trova l'acqua da esaminare. Si stabilisce questo intervallo sia per mezzo di un indicatore universale in soluzione (aggiungendo 2-3 gocce all'acqua ed osservando il colore che assume, al quale corrisponde una gamma ben definita del coefficiente di alcalinità), ovvero coi foglietti reattivi speciali, sopra nominati.

Conosciuta la scala da usarsi, si prende uno dei foglietti reattivi ad essa corrispondenti e si immerge, per mezzo della pinzetta, nell'acqua da esaminare, versata nell'apposita vaschetta, facendo attenzione che si bagni completamente. Dopo circa 1-2 minuti (controllati con l'orologio o con clessidra a sabbia) è avvenuto il viraggio dell'indicatore nell'interno del foglietto. Il tempo che impiega tale viraggio a manifestarsi dipende dalla temperatura (se si tratta p. es. di campioni di fango prelevati dal fondo, esso si verificherà più lentamente). *Lasciando il foglio a macerare troppo a lungo nel liquido, esso assumerà una tinta eccessivamente chiara, mentre per un trattamento troppo breve, si osserveranno dei toni più vigorosi rispetto a quelli di confronto della scala; per alcuni valori di pH si avrà, in questo ultimo caso, un viraggio di colore verso il rosso-bruno.*

Se il liquido da esaminare è torbido, oppure se contiene sostanze colloidal, si può lavare rapidamente il foglietto, dopo tolto dalla soluzione, con acqua bidistillata, servendosi della pissetta, senza che la tinta assunta ne abbia danno; si può pure asciugare brevemente il foglio con carta da filtro.

Il valore di pH della soluzione da esaminare si trova facilmente per confronto con le corrispondenti colorazioni «campione» della scala adatta. Queste colorazioni sono tarate con precisione e consentono una misura, per osservazione diretta, di $\pm 0,20$ unità di pH ed un'ulteriore stima di $\pm 0,10$ unità. Si eviti con cura di deporre il foglio troppo umido sopra il corsoio fenestrato, perchè la scala colorata può venir danneggiata facilmente dal liquido che sgocciola dal foglietto. Operando in questo modo si otterranno dei valori di pH dotati di un'approssimazione più che sufficiente per le ricerche oceanografiche ed idrologiche orientative.

Per poter conseguire una precisione ancora maggiore in queste misure, si possono preparare espressamente dei fogli colorati di confronto, servendosi di soluzioni-tampone secondo Sørensen o Clark. In questo caso si procede introducendo dei fogli reattivi, oltre che nell'acqua da esaminare, anche in queste soluzioni regolatrici, lasciandoveli per lo stesso periodo di tempo (1-2 minuti) come i fogli di confronto e facendo attenzione che la temperatura si mantenga costante in entrambi i liquidi. Si confronteranno allora i colori sopra il comparatore, omettendo di usare le scale di paragone. L'uso dei fogli indicatori con le soluzioni regolatrici preparate espressamente dà a queste misure una precisione elevata: si può stimare così il pH con un'approssimazione di $\pm 0,05$ unità.

In questo caso il confronto avviene fra toni di colore che sono prodotti nei fogli reattivi stessi. I fogli indicatori di Wulff possono dunque trovare applicazione anche dove, per il verificarsi di diverse cause di errore, una determinazione del pH sufficientemente esatta sembrerebbe impossibile.

Le soluzioni-tampone di Clark e Sørensen, si preparano nel modo noto, indicato da questi autori nei loro lavori (1).

Per la conservazione di queste soluzioni, nelle quali si devono immergere i foglietti reattivi affinché assumano la colorazione che corrisponde alla scala campione, si usano dei flaconcini di vetro neutro, dai quali l'aria atmosferica fu spostata e sostituita con quella completamente esente da CO_2 (2).

L'orifizio di uscita del liquido è costantemente chiuso da una bolla di vetro, che contiene calce sodata ed il prelevamento del liquido avviene con una pipetta, attraverso una chiusura che preclude abitualmente l'accesso all'aria atmosferica.

Per le misure in mare, usando i fogli reattivi di Wulff, abbiamo pensato di sostituire tali flaconcini di soluzioni campione a diversi pH, con delle fialette di vetro Jena neutro, riempite quasi completamente con le rispettive soluzioni. La forma di queste fiale è quella a due punte (fig. 1), usata anche per le soluzioni iniettabili in farmacia. Il riempimento si fa con le rispettive soluzioni-tampone secondo Sørensen o

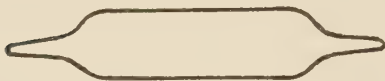


FIG. 1.

Clark, usando degli apparecchi a vuoto adoperati in tecnica farmaceutica (3), con la precauzione che tutta l'aria contenuta ed estratta con la pompa dall'apparecchio, sia stata liberata, con opportuni filtri, da ogni traccia di anidride carbonica. La chiusura delle fiale si fa rapidamente, alla lampada. Esse portano inciso il valore del pH corrispondente al liquido campione in esse contenuto.

Per l'uso pratico delle fialette sopra citate si taglia, al momento preciso della misurazione, prima una e poi l'altra punta con una limetta, versando il liquido contenutovi immediatamente in una vaschetta sopra il foglio reattivo asciutto, che si confronta con quello che ha subito lo stesso trattamento con l'acqua da esaminare, badando all'eguaglianza di temperatura di entrambi i liquidi.

(1) CLARK W. M., SØRENSEN S. P. L. e PALITSCH S., loc. cit. a pag. 29, note 1 e 4. Si ottengono mescolando in diverse proporzioni due soluzioni di: borato sodico Mol/20 (gr. 19,108 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ in un litro di acqua bidistillata, priva di CO_2) e di acido borico Mol/5 (gr. 12,404 di H_3BO_3 e gr. 2,925 NaCl in un litro di acqua bidistillata, esente da CO_2). Le proporzioni delle mescolanze corrispondenti ai diversi valori di pH si ricavano direttamente dal grafico riportato dal PICOTTI (loc. cit., pag. 90, fig. 8).

(2) Cfr. PICOTTI, loc. cit., pag. 91, fig. 9.

(3) Cfr. CAZZANI UGO: *La Ipodermoterapia nella tecnica farmaceutica e nella pratica medica*. Milano, 1928, cap. IV, pag. 205 e 211.

ERRORI DOVUTI ALLA PRESENZA DI ACIDO CARBONICO DELL'ARIA DURANTE LA MISURAZIONE.

Molti autori stabilirono che, secondo la loro esperienza, l'acqua di mare non sarebbe tanto sensibile alla presenza di anidride carbonica dell'aria, da richiedere delle precauzioni speciali, per evitare che l'acqua muti il colore dell'indicatore (o, rispettivamente del foglietto-indicatore) durante la misurazione del pH. Il Buch (1) ha eseguito delle prove scrupolose a proposito, prendendo in esame i diversi fattori che influiscono sulla determinazione del coefficiente di Sørensen all'aria libera (differenza di temperatura dell'acqua di mare da campionarsi e dell'ambiente ove avviene la misurazione, variazione del logaritmo negativo della costante di trasformazione dell'indicatore adoperato, ecc.). Egli pervenne alla conclusione che, ad onta dell'invariabilità comunemente ritenuta della colorazione degli indicatori durante la misura del pH, per determinazioni assolutamente attendibili è indispensabile che le prove vengano eseguite in colorimetri completamente chiusi, nei quali l'introduzione dell'acqua e dell'indicatore possa avvenire con esclusione assoluta dell'aria atmosferica. Il Buch ha costruito allo scopo una speciale vaschetta quadrata, facce molate e parallele (2).

È evidente che queste precauzioni devono essere osservate solo per le misure di grande precisione, che spingono l'esattezza delle determinazioni a 0,05 unità ed oltre, mentre non servono per i metodi rapidi ed orientativi, quali appartiene anche quello di Wulff.

Quando si vogliono ottenere tuttavia dei risultati più precisi anche con questo metodo, si può operare pure qui in esclusione dell'aria atmosferica, preparandosi espressamente i fogli reattivi, che devono fungere da scala colorimetrica di confronto, immergendoli nelle soluzioni-tampone (cfr. sopra pag. 33).

Allo scopo si possono adoperare delle fialette-campione apposite, che contengono il foglietto incolore da una parte ed il liquido-tampone dall'altra, tenuti separati da un diaframma (fig. 2). Queste fialette di Hahn (3) sono usate in ipodermoterapia per quelle sostanze che devono sciogliersi immediatamente prima dell'impiego; la parete divisoria fra le due metà dell'ampolla

(1) BUCH K.: *Die Kolorimetrische Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration im Seewasser*, in « Rapports et Procès-verbaux des Réunions du Conseil permanent international pour l'exploration de la mer ». Charlottenlung Slot. Danemark, volume CIII, pag. 28. Copenhagen, 1937.

(2) BUCH K.: *Nytt Kolorimeterrör för pH-bestämning* Finsk Kemistsamfundets. Jour. du Conseil », IV, n. 3, 1929. La Ditta Schott & Co. Jena, fabbrica questo tubo in vetro di Jena, con facce di cristallo molato, parallele.

(3) Cfr. DANN G. ED.: *Die Pharmazeutischen Grundlagen der Arzneiverordnungslehre*. Bresden, 1927, pag. 52, fig. 7.

bigemina è formata da un metallo facilmente fusibile (lega di Wood, di Ros o simile) ed al momento dell'uso e senza tagliare la fiala (che contiene aria presente da CO_2) si ottiene la fusione del metallo per lieve riscaldamento dello strozzatura con un fiammifero o simile; il liquido-tampone defluisce allora nella parte inferiore della fiala, dove trovasi il foglio reattivo incolore. Essi assume subito la colorazione determinata dal pH della soluzione-tampone e si può paragonare immediatamente con il foglio che è stato trattato fra tanto (all'aria libera) con l'acqua da esaminarsi. Onde ottenere valori parago-

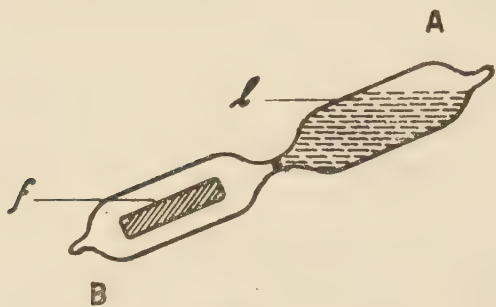


FIG. 2.

in A, capovolgendo la fiala. Il foglietto rimarrà così aderente alla parete interna della fiala A, facilitando il confronto colorimetrico. Anche altri sistemi di separazione delle due metà della fiala sono utilizzabili, con caduta del diaframma senza riscaldamento, purchè non si debba far entrare l'aria atmosferica (3).

Talvolta, ma raramente in oceanografia, si devono esaminare delle acque dotate di una colorazione propria (gialle, torbide, specialmente all'uscita dei grandi fiumi, rosse per sviluppo rigoglioso di certi microorganismi (4)). Queste colorazioni passano facilmente nei foglietti reattivi, rendendo impossibile il confronto colorimetrico con la scala. Si usano allora due fogli supplementari non colorati; questi si immergono nella soluzione da esaminare per un tempo uguale come il foglio indicatore, dove assorbono il colore estraneo nella stessa misura del foglio stesso e si pongono, ancora umidi, fra il vetro e la celluloida del cursore spostabile, poggiandoli sopra la scala colorimetrica.

(1) Cfr. in MALDURA C.: *La determinazione del pH nell'acqua di mare (Metodi di misura)*. Roma, 1936, a pag. 8-9 la tabella di correzione per $t=0^{\circ}-30^{\circ}\text{C}$ ed un $\text{pH}=7,7-9$.

(2) Per misurazioni più esatte la temperatura dei due liquidi da confrontarsi dovrebbe essere quella dell'acqua *in situ*, al momento del prelievamento. Il PICOTTI (loc. cit., pag. 9) afferma che l'aumento di temperatura che si verifica *in vitro* durante la misurazione, non ha influenza pratica sul valore del pH.

(3) Per es. la fiala « Dilutor » del dott. Kovàcz (cfr. CAZZANI U., loc. cit., pag. 11 fig. 69).

(4) Cfr. KRÜMMEL O.: *Ozeanographie*, I, pag. 277-278 e SCHREIBER B.: *Osservazioni su di un principio di «mar sporco» in una valle lagunare veneta*. «Archiv. Zoolog. Italiano» volume 12, fasc. 1, pag. 125, nota 1. «Aka-shiwo» (rote-Flut) nella baia Toba in Giappone, per le acque dolci, il «Burgundenblut» nel lago di Costanza.

conta. Il colore supplementare del foglio indicatore viene così a sovrapporsi al colore della scala ed il confronto può effettuarsi secondo il principio del comparatore di Walpole (cfr. pag. 30). Il foglietto indicatore stesso si colloca, in questo caso, sulla parte esterna del coperchio di celluloido.

Per determinare il pH degli elettroliti molto deboli (acque dolci o debolmente salmastre) con i fogli speciali « A » e « B », si introducono questi per circa 3 minuti nella soluzione da esaminare, si piegano indi a metà servendosi della pinzetta speciale e si pongono sulla finestrella del comparatore. Se i liquidi sono torbidi, si pulisce il foglio rapidamente sul bordo della provetta (da tutte e due le parti) e si sciacqua eventualmente con getto rapido della pipetta, asciugandolo poi con carta da filtro, prima di piegarlo a metà.

CORREZIONE PER LA SALINITÀ.

I sali presenti nell'acqua di mare influiscono in modo rilevante sul colore degli indicatori, modificando l'equilibrio delle forme tautomere, diversamente colorate, dell'indicatore. I diversi autori hanno determinato gli errori e le correzioni da apportarsi ai valori di pH osservati col variare della salsedine; tali correzioni sono state più volte ricalcolate e modificate nel corso degli ultimi decenni. Ci limitiamo di segnalare tale fatto per quel tanto che possa avere d'importanza per un metodo orientativo come quello di Wulff-Lautenschläger, rimandando alla consultazione delle apposite tabelle, che si riferiscono ai principali indicatori applicati (1). Nelle acque dolci sarebbe invece da prendere in considerazione l'errore salino degli indicatori, che si verifica, come ha constatato il Kolthoff (2) con un contenuto molto basso di elettroliti e che determina dei valori di pH di un'alcalinità maggiore di 0,10-0,20 unità. A questo errore si può ovviare praticamente aggiungendo all'acqua da esaminare circa il 0,40 % di cloruro di sodio.

Michaelis e Rona alla conclusione delle loro considerazioni sui metodi colorimetrici proposti per la determinazione del coefficiente di Sørensen, così esprimono: « L'incertezza di tutte le misurazioni del pH con un qualsiasi metodo colorimetrico, determina generalmente l'errore di più unità della seconda decimale ». Per i metodi puramente orientativi, come quello di Wulff non bisogna quindi preoccuparsene eccessivamente. Tutti gli indicatori usati nelle ricerche talassografiche sono in ogni caso scelti in modo da dare degli errori di salinità possibilmente bassi, cioè il valore del pH concorda, per un contenuto mediocre di sali, praticamente con quello ottenuto con le misurazioni elettrometriche.

(1) Cfr. MALDURA C., loc. cit., pag. 6-7 ed i lavori di M. C. CLENDON, WELLS, RAGAGE e MILLER e specialmente del BUCH.

(2) KOLTHOFF, I. M.: *Der Gebrauch von Farbenindikatoren*. Berlin, 1923.

RIASSUNTO.

Passati in rapida rassegna i metodi colorimetrici di misurazione del pH vagliandone i vantaggi e gli inconvenienti, si propone di applicare, per ricerche oceanografiche orientative *in situ*, il procedimento ai foglietti indicatori di Wulff-Lautenschläger. Questi fogli gelatinosi contengono un indicatore adatto, allo stato di adsorbimento e la misura si fa immergendoli per qualche minuto nell'acqua da esaminare e paragonando il colore che assume con quello di una scala colorimetrica campione. Rispetto ai metodi che usufruiscono d'indicatori in soluzione, questo sistema consente manipolazioni semplicissime, senza apparecchi fragili o complicati e le misurazioni possono venir perciò affidate anche a personale tecnico, sfornito di cognizioni teoriche. Le analisi sono rapide (tre minuti per misura) e si possono eseguire in serie. Si può pure misurare il pH di acque dolci, salmastre, torbide, colorate e campioni semi-solidi di fondo. I colori della scala sono assolutamente inalterabili alla luce ed esiste la possibilità di spingere la precisione delle misure a $\pm 0,10$ unità fino a $\pm 0,05$ ed oltre, impiegando, in luogo della scala « campione », una preparata estemporaneamente, umettando i foglietti indicatori con soluzioni-tampone di Clark e Sørensen. Queste si conservano in fiaschette di vetro neutro, a due punte, saldate alla lampada in ambiente esente da CO_2 . Abbiamo perfezionato questa confezione, adoperando delle ampolline bigemine (di Hahn), che contengono da un lato il liquido-tampone a determinato pH , dall'altro il foglietto indicatore. Al momento dell'uso si toglie dall'esterno, col riscaldamento, il diaframma (formato da una lega metallica fusibile a bassa temperatura) e si paragona subito il colore che assume il foglietto incluso con quello di un altro, immerso nell'acqua da analizzare, osservando che la temperatura delle due soluzioni si mantenga uguale. Per determinazioni più esatte bisogna tener conto dell'errore di salinità, determinato dall'acqua di mare (cfr. le apposite tabelle) e, per le acque dolci, dell'errore salino degli indicatori. Il metodo di Wulff è raccomandabile anche dal punto di vista dell'esiguo costo delle analisi.

TINA GONZALES

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLO SVILUPPO POST-EMBRIONALE IN *MICROICHTHYS COCCOI*, RÜPPELL

Il *Microichthys* è un teleosteo abissale molto raro: quale risultato di una trentina d'anni di ricerche nello Stretto di Messina, si può affermare che si ritrova, ogni anno, solo qualche esemplare: si pesca, in genere, da dicembre a marzo, con retino a mano, nella corrente in periodo di sigizie, e raramente si raccoglie spiaggiato.

L'adulto rimane sempre di piccole dimensioni: raggiunge 3-4 centimetri circa di lunghezza, ed è più raro degli stadî giovanili. Questi si pescano nel plancton ancora viventi; nuotano col capo rivolto verso il fondo del bicchiere con acqua di mare, in cui si tengono in coltura.

L'adulto si ritrova o morto o morente in superficie, così come avviene nei pesci abissali.

Gli stadî larvali vivono poco in coltura. Questi in mare dopo avere trascorso il primo periodo della loro vita in superficie, se ne allontanano per raggiungere zone profonde delle acque, così come si è potuto osservare per le uova e per gli stadî simili di Teleostei abissali. Non è facile, pertanto, il ritrovo, per lungo tempo, tra quelle galleggianti in superficie, delle uova dei Teleostei di profondità, com'è per il *Microichthys*.

Per la specie in esame non solo mancano notizie sullo sviluppo embrionale e post-embrionale, ma anche la descrizione dell'adulto è incompleta e frammentaria; una tale deficienza viene lamentata dal Doderlein (1) nel suo *Manuale ittiologico del Mediterraneo* in cui, dopo aver notato che non gli fu possibile rintracciare il lavoro originale del Rüppell (2) augura migliore fortuna a qualcuno dei suoi colleghi, Facciolà (3) ritrova pochi esemplari, che brevemente descrive.

(1) DODERLEIN P.: 5° *Manuale ittiologico del Mediterraneo*. « Società di Scienze Naturali ed Economiche di Palermo ». IV, 1889.

(2) RÜPPELL E.: *Versuch in der Museum Senckenbergianum, anjgest, Samml. Fische*, pag. 1, 1852.

(3) FACCIOLÀ L.: *Sul Microichthys coccoi Rüpp.* « *Monitore Zoologico Italiano* ». Anno XI, n. 6, 1900.

Vane le ricerche della pubblicazione del Rüppell, relativa alla descrizione del *Microichthys*; sono state, però, fortunate quelle intese al ritrovamento di stadi larvali e giovanili, sufficienti a far colmare le lacune sulla conoscenza dell'adulto, ed atti a dare per questa specie una serie, ben concatenata, dalle larve di mm. 4,20 fino ad esemplari di mm. 23,52 che presentano, in massima parte, i caratteri definitivi.

L'esame accurato di stadi giovanili e larvali raccolti in molti anni, nel materiale planctonico dello Stretto di Messina, precisamente nelle zone più ricche presso Ganzirri, mi diede l'opportunità di scegliere gli esemplari, che comunico, e che formano, nel loro insieme, un quadro completo dello sviluppo, per una specie tanto rara, qual'è *Microichthys Coccoi* Rüpp. Così che riesce di particolare interesse quanto posso far conoscere e cioè:

1° caratteristiche delle uova;

2° larva da poco schiusa;

3° serie di stadi fino a quello giovanile di mm. 23,52.

Notizie sulle uova. — In una trentina di anni di quotidiane pesche planctoniche ed attente ricerche sulla presenza di uova di Teleostei, fatte dall'Istituto di biologia marina, solo una volta si rinvenne un uovo, che tenuto in coltura diede una larvetta, avente le principali caratteristiche della più piccola larva di mm. 4,20, pescata libera nel plancton.

Furono fissati in disegni dal vivo i caratteri dell'uovo. Tali disegni andarono distrutti unitamente a tant'altro materiale nell'incendio che, a seguito di incursione aerea, si sviluppò nella sede provvisoria dell'Istituto in Ganzirri.

Si possono, però, dare i caratteri principali dell'uovo, in attesa che ulteriori ricerche diano l'opportunità del ritrovamento.

Tali caratteri servono anche a facilitare la ricerca.

L'uovo già avuto misurava mm. 0,60 circa di diametro, aveva una goccia oleosa color giallo-pallido del diametro di mm. 0,12, capsula liscia, vitello omogeneo, e piccolo spazio perivitellino; incubazione di circa tre giorni.

La larvetta alla schiusa presentava: corpo compresso, più alto nella regione anteriore e decrescente verso l'estremità posteriore; lasciava contare 24 segmenti, dei quali 12 pre-anali. La pigmentazione era costituita da una macchia continua, con commisto pigmento giallastro, nerastra lungo il profilo ventrale del tronco della regione retroorbitaria a metà circa della distesa del tronco caudale. In corrispondenza della parte terminale di tale macchia se ne notava un'altra poco estesa sul profilo dorsale del tronco. Nello spazio pre-orbitario traspariva una lieve linea nera. Punteggiature di uguale colore si osservavano nella larva appena schiusa, su porzione del profilo ventrale della regione anteriore del corpo.

Stadio di mm. 4,20 (fig. 1). — Questo stadio, mentre con gli altri a sviluppo più inoltrato, viene a costituire una serie fino all'adulto, serve alla identificazione verosimile della larvetta appena schiusa, ora menzionata, e dell'uovo, che ne dà origine.

A tale riferimento sono condizioni favorevoli: la conformazione generale del corpo, il numero e la disposizione dei segmenti ed i caratteri pigmentari.

Lo stadio di mm. 4,20, benchè di piccole dimensioni, presenta, tuttavia, relativamente inoltrata la sua organizzazione interna.

Il corpo è lievemente compresso ai lati, più alto nella regione cefalo-addominale, decresce gradualmente nel tronco per finire assai attenuato all'indietro.

Il capo è più lungo che alto col profilo dorsale leggermente ricurvo; la bocca è piuttosto grande, con squarcio obliquo, raggiungente il livello del profilo anteriore dell'occhio: bene evidenti la cartilagine del Meckel, gli archi branchiali cartilaginei ed il cingolo toracico. L'occhio non è grande, rispetto a quanto si osserva negli stadi successivi, è sferico, completamente pigmentato, argenteo, con riflessi policromi. Le otocisti, vicinissime al profilo posteriore dell'occhio, lasciano vedere, bene sviluppati, due otoliti.

La primordiale s'inizia anteriormente all'altezza del cinto toracico, procede all'indietro leggermente aumentando in altezza: circonda il tronco mantenendosi quasi ugualmente alta tanto nel suo lembo dorsale che nel ventrale e con lieve avvallamento al troncone caudale.

Lievi radiazioni si estendono dalla porzione terminale del tronco nel corrispondente lembo di primordiale, senza raggiungerne l'estremo.

Per tutta la sua estensione è priva di pigmento.

La pigmentazione ricorda quanto s'è notato nella larva appena schiusa; è rappresentata da una macchia nera che, con varia intensità, si estende dal margine posteriore dell'occhio sino a poco avanti del troncone caudale, seguendo il profilo ventrale del tronco stesso, ed estendendosi, notevolmente, verso la linea laterale nella regione pre- e post-anale.

All'altezza dell'ultima porzione di questa, altra piccola macchia lineare nera segue, per breve tratto, il profilo dorsale del tronco caudale.

L'apice della mandibola è pigmentato in nero; uguale pigmento ricopre l'apice del mascellare superiore; tra questo ed il margine anteriore dell'occhio si nota per trasparenza una macchia nerastra.

Punticini in nero si susseguono dall'apice della mandibola lungo il profilo ventrale del corpo sino a poco avanti dell'apertura anale.

Delle pinne sono presenti piccole pettorali membranose con margine arrotondato.

Il tronco piuttosto alto anteriormente va degradando per finire ristretto e diritto all'indietro. Si contano 24 segmenti, dei quali 12 pre-anali.

L'intestino con lume ampio decorre all'indietro arcuandosi ventralmente per aprirsi in una insenatura della primordiale dietro della metà della lunghezza totale.

Caratteri principali dello stadio di mm. 5 (fig. 2). — La forma generale del corpo viene modificata dal rilevante maggiore sviluppo, che subisce in altezza il corpo e soprattutto la regione cefalo-addominale. Dai dati di lunghezza e di altezza forniti nel quadro a fine di questo lavoro, è ricavabile l'andamento di crescita in altezza del corpo a varie sezioni.

Mentre l'occhio rimane dello stesso diametro, vi è un notevole aumento della porzione preorbitaria, e un po' meno di quella post-orbitaria fino al cinto toracico, mentre una riduzione si nota dal cinto toracico all'ano.

La mandibola comincia già ad essere un poco più prominente della mascella superiore.

L'angolo d'inclinazione del capo con l'asse del tronco è ridotto e lo squarcio boccale più ampio oltrepassa di poco la verticale anteriore dell'occhio.

La primordiale non mostra modificazioni; essa segue il tronco ai due lati pressochè di uguale altezza, restringendosi nella regione del troncone caudale, arrotondata verso l'estremo ove si notano delle finissime striature. Tali striature si notano anche nella parte dove si inizieranno le pinne dorsali e l'anale.

Alla base del tronco l'ispessimento subito dopo lo sbocco anale, e per sei setti muscolari verso la regione caudale, fa vedere le basi della futura pinna anale.

Opposto a questo, nella regione dorsale un altro ispessimento mostra la base della futura seconda dorsale.

La pettorale è più ampia, ma ancora membranosa.

L'urostilo è sempre diritto e senza abbozzi di ipurali.

L'intestino maggiormente sviluppato si presenta più ampio.

La pigmentazione rimane fondamentalmente quella dello stadio precedente. Manca la macchia notata nella larva di mm. 4,20 sul profilo dorsale del tronco, mentre un'altra ne è apparsa a circa metà dell'abbozzo della pinna dorsale. Altro pigmento è comparso sul cranio in una serie di piccoli punti divisi in due zone a destra e a sinistra, rimanendo una linea mediana libera.

Una serie di punticini neri si osserva nello spazio preorbitario dall'apice del muso all'occhio, continua, dopo di esso, fino al limite del cinto toracico.

Una serie di punti di uguale colore si nota alla base del tronco lungo la linea ventrale, fra il tronco e l'abbozzo della pinna anale.

Stadio di mm. 6,72 (fig. 3). — In questo stadio la forma di tutto l'animale rimane ancora tozza. Il capo più sviluppato ha una lunghezza ancora maggiore della sua altezza. Anche l'occhio è aumentato considerevolmente: misura m. n. 0,72 di diametro da mm. 0,40 dello stadio precedente. Il tronco va attenuandosi leggermente verso l'estremo caudale: il troncone è relativamente più alto.

Lo squarcio boccale è meno obliquo; la mandibola è più lunga del mascellare superiore.

La primordiale va sparendo; di essa rimane, soltanto, una breve porzione dorsalmente alla pinna caudale ed un altro piccolo tratto nella zona ventrale della caudale stessa.

Gli ispessimenti notati nello stadio precedente hanno dato origine a portaraggi con relativa formazione di 8 raggi della seconda dorsale e 8 dell'anale, in numero non ancora completo.

La pettorale più sviluppata, con margini rotondeggianti, presenta numerose fini radiazioni.

In corrispondenza del margine inferiore della base della pinna pettorale si nota ventralmente un piccolo ispessimento che è la base della futura pinna ventrale.

L'urostilo è ora rivolto in alto e sono già formati gli ipurali. Della caudale ancora di forma arrotondata, sono formati alcuni raggi ed in abbozzo altri.

La pigmentazione è più ricca: lineette in nero si susseguono alla base della pinna dorsale ed il pigmento, che nello stadio precedente seguiva le masse muscolari, e dorsalmente l'intestino, è più esteso: in una macchia continua s'innalza dorsalmente verso la regione caudale. Anche nella parte cefalica al di sopra degli archi branchiali, nella regione opercolare la macchia notata prima, più intensa, si estende ventralmente. Altro pigmento si nota sul capo, lungo i segmenti del tronco nelle loro porzioni dorsali e ventrali.

Permane la linea di punticini che dall'intestino va verso la punta estrema della mandibola ove forma una macchia.

Stadio di mm. 7,84 (fig. 4). — Per quanto di dimensioni non molto maggiori dello stadio che precede, l'esemplare di mm. 7,84 presenta notevolmente più progredito il suo sviluppo. La primordiale è completamente scomparsa.

Il corpo è lateralmente meno compresso, la regione cefalo-addominale ha subito un maggiore accrescimento rispetto a quella post-anale. Si hanno, difatti, per lo spazio pre-anale i valori di mm. 3,92 e 4,32 e per quello post-anale di mm. 2,40 e mm. 2,24 (ex cauda) rispettivamente per gli esemplari di mm. 6,72 e mm. 7,84. Per quest'ultimo, poi, le pettorali sono più estese; sono già bene evidenti piccole ventrali membranose, ed abbozzati alcuni raggi della prima dorsale. La seconda dorsale e l'anale, ancora non sono complete dei loro raggi definitivi; ne lasciano contare, tuttavia, 9 ciascuna, notevolmente alti ed a margini piuttosto arrotondati.

L'urostilo è decisamente rivolto in alto e la caudale, che è l'organo di locomozione più importante per la maggior parte dei pesci, nello stadio in esame, completa nel numero dei suoi raggi, brevi e lunghi, ha la sua forma definitiva.

Il suo maggior sviluppo è prova dei rapidi ed energici movimenti di cui è, ora, dotato il piccolo teleosteo.

Si notano numero 3-9-8-3 raggi, che crescono in altezza subito dopo gli esterni, per decrescere verso i mediani e distinguersi in due lobi simmetrici dorsale e ventrale.

La pigmentazione ripete le caratteristiche già notate con un maggiore dorsale accrescimento della punteggiatura in nero, presente alla base della seconda dorsale, e delle lineette, d'identico colore, che si estendono nell'esemplare in esame sul profilo dorsale del tronco dal livello del cinto toracico all'inizio della caudale. Maggiormente diffuso è, inoltre, il pigmento sui segmenti dorsali laterali.

Stadio di mm. 9,76 (fig. 5). — Con l'accresciuta lunghezza, maggiormente slanciato si presenta il corpo nell'esemplare in esame. Il profilo dorsale è lievemente ricurvo nella regione anteriore del capo e in quella posteriore del tronco. Lo spazio pre-anale e quello post-anale presentano i valori di mm. 5,52 e 2,64 e mostrano, confrontati con quelli dello stadio che precede, come lo spazio pre-anale, che è maggiore di quello post-anale, abbia subito un accrescimento relativamente superiore.

La prima dorsale ha già formati 5 raggi, che crescono in altezza dagli anteriori e degradano nella metà inferiore. Le ventrali, impiantate quasi al livello della prima dorsale, rimangono distese all'indietro poco distanti dall'altezza della porzione terminale dalle pettorali. Notevolmente lunghi sono i raggi della seconda dorsale, dell'anale e della caudale.

La pigmentazione ripete quanto già osservato, con una maggiore estensione dei cromatofori puntiformi, che dal profilo dorsale del tronco si estendono, nel senso dorso ventrale, per un certo tratto.

Stadio di mm. 16,32 (fig. 6). — In questo stadio il capo misura poco più della metà della lunghezza del tronco; infatti la sua lunghezza è di mm. 4,80, mentre il tronco è lungo mm. 8,32.

Il capo è tuttavia più lungo che alto: il suo profilo superiore va elevandosi progressivamente dal mascellare. La maggiore altezza del tronco viene raggiunta all'inizio della prima dorsale.

La bocca è ampia ed il suo squarcio lievemente inclinato raggiunge la linea mediana dell'occhio. La mandibola è più lunga del mascellare superiore, ed ha l'apice fortemente colorato in nero.

Le ventrali in lunghezza raggiungono lo sbocco anale, sono pigmentate in nero, intensamente nella metà posteriore, meno nell'anteriore. Lasciano contare 1-4 raggi.

Le pettorali oblunghe oltrepassano, rivolte obliquamente verso l'alto, la linea mediana del tronco. Sono prive di pigmento tranne che alla base di alcuni raggi e nell'orlo inferiore in cui si nota una linea nera. Si contano già 20 raggi, numero definitivo dell'adulto. Tali raggi vanno crescendo in lunghezza dagli inferiori fino agli ultimi 3-4 superiori, che decrescono.

Diffusa colorazione argentea si osserva in porzione della metà inferiore del corpo e precisamente nello spazio sott'orbitario e nelle regioni opercolare e addominale.

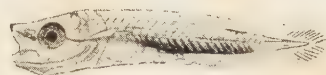
La pigmentazione dorsale si estende maggiormente in basso sino a congiungersi nel troncone caudale alle macchie dei segmenti e ad occupare la base degli'ipurali, che mancano di pigmento dalla zona che precede di poco quella d'attacco dei raggi della caudale.

In diminuzione è il pigmento al disotto della linea laterale nei segmenti del tronco caudale, mentre è in aumento su quelli dorsali alla linea laterale stessa.

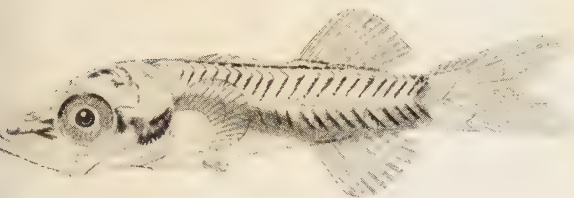
Pigmento nero ricopre la cavità addominale, cavità che si prolunga in questo esemplare, oltre l'apertura anale e la vescica urinaria.



2



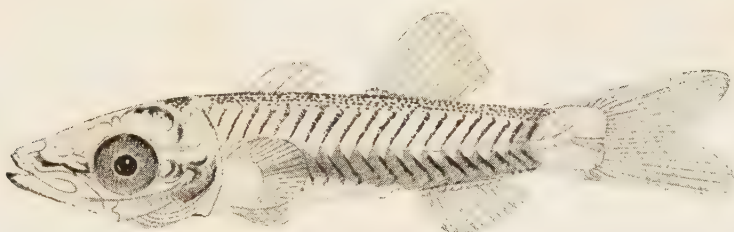
1



4



3



5



6



7

F. Mazza del.

Stadio di mm. 23,52 (fig. 7). — Per quanto, nel cenno sull'adulto di *Microichthys*, riportato dal Carus (1) nel suo *Prodromus Faunæ Mediterraneæ* sia riferita come lunghezza massima la misura di cm. 4, si deve osservare che in questo Stretto non si sono avuti, nelle pesche eseguite per lunghi anni, esemplari di questa specie, le cui dimensioni andassero oltre quelle dello stadio in esame.

I caratteri principali di questo stadio autorizzano alla sua identificazione con la specie descritta dal Rüppell e dedicata al messinese Cocco. Sono conformi a quanto riportato nella breve descrizione sopra accennata: l'aspetto e la forma del corpo, la posizione delle pinne ed il numero dei loro raggi; la presenza di una cresta sopra orbitaria, che si prolunga in una spina fino al margine dell'opercolo, e la mandibola più lunga del mascellare superiore.

In particolare l'esemplare in esame presenta: corpo oblungho, leggermente compresso, a profilo ventrale poco più arcuato che il profilo dorsale. L'altezza del tronco, che è doppia del suo spessore è contenuta poco più di quattro volte nella lunghezza totale. L'apertura anale è più vicina alla base della caudale che non al capo.

Il numero delle vertebre è di 24, di cui 12 pre-anali.

Il capo è liscio ed è più lungo che alto.

Una cresta si estende dall'occhio all'opercolo.

Il muso è lungo, lo squarcio boccale leggermente obliquo e la mascella superiore protrattile.

L'occhio è sferico, grande: il suo diametro è compreso intorno a tre volte e mezzo nella lunghezza totale del capo.

La prima dorsale s'inizia al di sopra e poco dietro la inserzione delle pettorali, si compone, in questo stadio, di 6 raggi, dei quali il primo spinoso cortissimo è poco evidente, il secondo ed il terzo crescono in altezza, ed i successivi tre decrescono a conferire alla pinna un profilo arrotondato; la lunghezza della sua base è poco meno dello spazio pre-orbitario, ed un po' più dello spazio, che separa le due pinne del dorso.

La seconda dorsale è notevolmente più alta che la prima e presenta un raggio duro e 9 molli.

L'anale è opposta alla seconda dorsale: si compone di 2 raggi duri e 9 molli, ha la base quasi tanto estesa quanto la seconda dorsale, ed ha raggi poco meno lunghi della seconda dorsale stessa. Tanto l'una che l'altra rimangono ad una certa distanza della caudale. Questa ha i suoi raggi distinti in due lobi, misura un po' meno del quinto della lunghezza totale ed ha 19 raggi grandi e 5-6 piccoli raggi basilari dorsalmente e ventralmente.

Le pettorali non lunghe lasciano contare 20 raggi.

Le ventrali, triangolari, sono inserite quasi all'altezza delle pettorali e formate da 5 raggi, che rimangono, distesi all'indietro, poco avanti dell'apertura anale.

(1) CARUS' J. V.: *Prodromus Faunæ Mediterraneæ*. II. Stuttgart. E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch), 1889-1893.

Le pinne sono prive di pigmento ad eccezione di queste ultime, che sono tutte punteggiate di nero e più intensamente nella metà posteriore, e delle pettorali e dell'anale che presentano la prima del pigmento nero alla base ed all'orlo inferiore, la seconda una lineetta nera su breve porzione della base.

La pigmentazione ripete le caratteristiche già notate nello stadio precedente. Sono notevolmente più pigmentati il profilo dorsale del tronco, i segmenti al disopra della linea laterale e quelli al disotto dell'estremità terminale del troncone caudale a livello dell'impianto degli ultimi raggi molli della seconda dorsale.

Riporto nello specchietto che segue le misure di lunghezza e di altezza degli esemplari descritti.

Stadio di mm.

	4,20	5,00	6,72	7,84	9,76	16,32	23,52
<i>Lunghezze:</i>							
dal muso all'occhio	0,36	0,56	0,80	0,96	1,12	1,84	3,04
diametro dell'occhio	0,40	0,40	0,72	0,80	0,96	1,52	2,24
dall'occhio al cinto toracico ...	0,48	0,56	0,80	0,88	0,88	1,44	2,40
dal cinto toracico all'ano	1,20	1,12	1,60	1,68	2,56	3,36	5,60
dall'ano all'estremità del tronco	1,52	2,06	2,40	2,24	2,64	4,96	5,60
dall'estremità del tronco allo estremo della caudale	0,24	0,30	0,40	1,28	1,60	3,20	4,64
TOTALE mm ...	4,20	5,00	6,72	7,84	9,76	16,32	23,52
<i>Spazio pre-anale</i>	2,44	2,64	3,92	4,32	5,52	8,16	13,28
<i>Spazio post-anale (ex cauda)</i>	1,52	2,06	2,40	2,24	2,64	4,96	5,60
<i>Altezze:</i>							
sulla mediana dell'occhio:							
spazio sopra orbitario	0,16	0,16	0,22	0,22	0,32	0,30	0,30
diametro verticale dell'occhio	0,32	0,48	0,64	0,72	0,80	1,52	2,00
spazio sott'orbitario	0,16	0,32	0,40	0,40	0,40	0,72	3,34
sulla tangente al cinto toracico	0,64	0,86	1,28	1,44	1,76	3,08	5,28
altezza massima a livello delle ventrali	0,64	0,86	1,28	1,44	1,76	3,36	5,60
al livello del troncone caudale (altezza minima)	0,16	0,16	0,40	0,64	0,80	1,20	2,00

Riassunto. — Si fa conoscere di *Microichthys Coccoi* Rüppell il periodo di maturità sessuale, e la serie di sviluppo dalla larva di mm. 4,20 all'adulto.

Istituto Talassografico di Messina.

NOTE ALLE FIGURE

- FIG. 1. — Stadio di mm. 4,20 di *Microichthys Coccoi*, pescato nello Stretto di Messina.
 FIG. 2. — Stadio di mm. 5,00 di *Microichthys Coccoi*, pescato nello Stretto di Messina.
 FIG. 3. — Stadio di mm. 6,72 di *Microichthys Coccoi*, pescato nello Stretto di Messina.
 FIG. 4. — Stadio di mm. 7,84 di *Microichthys Coccoi*, pescato nello Stretto di Messina.
 FIG. 5. — Stadio di mm. 9,76 di *Microichthys Coccoi*, pescato nello Stretto di Messina.
 FIG. 6. — Stadio di mm. 16,32 di *Microichthys Coccoi*, pescato nello Stretto di Messina.
 FIG. 7. — Stadio di mm. 23,52 di *Microichthys Coccoi*, pescato nello Stretto di Messina.

ERNESTO SOMMANI

LA *CLUPEA PAPALINA* Bp. DELL'ADRIATICO

(BREVE STUDIO BIOMETRICO)

Nel presente lavoro, che ho compiuto per incarico del prof. Brunelli, presso il Laboratorio centrale di Idrobiologia da Lui diretto, ho studiato biometricamente la Sarda papalina (*Clupea papalina* Bp.) La *Clupea papalina* è una sardina propria dell'Adriatico: in questo mare essa si trova molto abbondante, specialmente nella metà più settentrionale; molto raramente è stata riscontrata in altre zone del Mediterraneo, per cui a ragione deve essere ritenuta una forma legata al particolare ambiente marino costituito dall'Adriatico, così distinto da tutti gli altri mari del Mediterraneo.

Esporrò più oltre le principali caratteristiche che differenziano questo pesce dalla *Sardina* comune (*Clupea pilchardus* Walbaum); altre caratteristiche la differenziano ancora dallo Spratto (*Clupea sprattus* L.), ma mentre tutti gli studiosi l'hanno considerata come specie distinta dalla *Sardina* comune (e recentemente anche come genere, essendo la *Sardina* ascritta al genere *Sardina* Antipa), molti l'hanno invece identificata allo Spratto (specie propria del Mare del Nord) senza però preoccuparsi di esaminare in particolare la questione.

Come risulta dalla bibliografia annessa, scarsissimi sono gli scritti che ricordano la *Clupea papalina* Bp., anche soltanto nominandola. L'unico autore che si è occupato direttamente di questo argomento è il Paolucci C. nella sua memoria «Sulla Ittiofauna adriatica e particolarmente sulla *Clupea papalina* Bp.» pubblicata nel 1908. In questo lavoro l'A. si propone di dimostrare l'identità o meno fra la *Clupea sprattus* L. e la *Clupea papalina* Bp.: egli conclude affermando che, pure essendovi alcune differenze fra i caratteri somatici dello Spratto e della Papalina, esse non sono però tali da poter indurre alla costituzione di due specie distinte.

Sarebbe stato interessante di poter riprendere la questione, studiandola in modo più preciso e con criteri più moderni, ma per questo era indispensabile poter disporre di un numero non indifferente di Spratti, cosa che non è stato possibile ottenere, a causa della presente situazione bellica.

I dati che il Paolucci ha preso in esame nel suo studio consistono, oltre che nel numero dei raggi delle pinne, della membrana branchiostega, degli

scudetti ventrali e delle vertebre, principalmente in un rapporto fra la lunghezza totale del pesce (pinna caudale esclusa) e la massima altezza del corpo, presa un po' avanti alla pinna dorsale: l'altezza massima viene dall'A. espressa in 360 esimi della lunghezza totale. Con questo metodo il Paolucci ha trovato un valore medio di circa 80 per gli Spratti e di 77 per le Papaline.

Avrei desiderato, nel corso di questo lavoro, prendere anch'io in esame queste due misure per poterne ottenere un opportuno raffronto fra i due studi, ma ho constatato nella misura dell'altezza massima del corpo una così grande irregolarità di dati, dovuta a varie e diverse cause, che ho presto abbandonato tale sistema per attenermi ad altri dati più precisi e costanti. Comunque, in tutti i casi in cui ho determinato il citato rapporto altezza-lunghezza, ho sem-

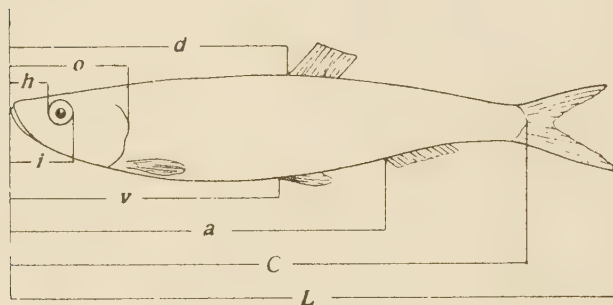


Fig. 1.

pre trovato valori anche inferiori a quelli citati dal Paolucci; ciò che sta a confermare che il corpo delle Sarde papaline è effettivamente assai più sottile di quello degli Spratti. Oltre alla diversità della grossezza del corpo fra queste due specie, vi è anche quella della lunghezza totale, che è assai maggiore nello Spratto: mentre infatti negli

esemplari di Papalina da me esaminati non ne ho trovato alcuno che raggiungesse cm. 14 di lunghezza totale, lo Spratto arriva fino a cm. 17.

Per adottare un più preciso metodo di ricerca biometrica (sempre però limitandomi all'esame dei caratteri esterni), ho consultato il lavoro dello Heincke sulla Aringa (3) al quale si sono riferiti la maggior parte degli studiosi, che hanno trattato argomenti del genere: i dati biometrici, che più spesso vengono presi in esame, consistono nelle misure relative alla lunghezza totale del corpo ed alla distanza che intercorre dall'apice del muso all'inserzione anteriore delle diverse pinne, al margine posteriore dell'opercolo ed al margine anteriore e posteriore dell'occhio. Con queste misure vengono formati vari indici, o rapporti, in cui al numeratore è generalmente segnata la lunghezza totale del pesce. Gli indici così formati permettono di seguire assai facilmente il variare delle diverse parti e proporzioni del corpo in rapporto con l'età, col sesso, con l'ambiente, ecc.

Nella figura 1 qui riportata sono chiaramente indicate le varie misure che ho preso su ciascun esemplare; inoltre ho tenuto conto del numero degli scudetti ventrali (grosse squame disposte ad embrice lungo la linea ventrale del corpo) e dei raggi della pinna dorsale, la quale ne presenta un numero assai elevato e costante.

Queste misure sono state prese su di un primo lotto di 150 Sardine pescate nel mare prospiciente a Ravenna alla fine dell'ottobre 1941; ho ricevuto altri due lotti di 50 esemplari ciascuno il 10 giugno e il 17 luglio 1942, pescati

rispettivamente a San Benedetto del Tronto ed a Cesenatico. Per poter effettuare uno studio un po' completo di questa specie, sarebbe stato necessario poter disporre di pesche effettuate in ogni stagione dell'anno e provenienti da più località contemporaneamente; ma le particolari difficoltà di pesca esistenti nell'inverno scorso nell'Adriatico e la scarsezza del mercato ittico nella stessa stagione hanno reso troppo difficoltosa la cosa.

La tabella che qui riporto, esprime le medie degli indici ricavati dalle principali misure effettuate sulle sardine del primo lotto che, oltre ad essere il più numeroso, ha dato anche risultati più omogenei. Le medie riportate sono riunite in cinque gruppi, relativi agli esemplari di piccole, medie, grandi dimensioni e maschi e femmine; sotto vi sono i valori che rappresentano la media delle medie. Degli altri due lotti di Sardine riporto direttamente i totali.

Data di pesca	Dimensioni e sesso	$\frac{c}{a}$	$\frac{L}{v}$	$\frac{c}{v}$	$\frac{L}{d}$	$\frac{c}{d}$	$\frac{L}{o}$	$\frac{c}{o}$	$\frac{d}{v}$	$i-h$	sed. vent.
26-10-1941	mm.										
	< 121	1,39	2,22	1,90	2,173	1,85	4,94	4,22	1,032	6,45	31,14
	121-126	1,41	2,245	1,919	2,17	1,849	4,97	4,25	1,026	6,73	31,13
	> 127	1,38	2,25	1,92	2,167	1,849	5,005	4,28	1,028	6,98	30,98
	♂ ♂	1,374	2,241	1,912	2,170	1,850	4,96	4,24	1,035	6,77	31,17
	♀ ♀	1,39	2,246	1,917	2,172	1,859	4,98	4,26	1,026	6,67	31,06
	MEDIA DEI VALORI ..	1,393	2,239	1,914	2,17	1,85	4,97	4,25	1,029	6,72	31,11
10- 6-1942		1,388	2,260	1,935	2,203	1,88	5,04	4,32	1,03	5,83	32,1
17- 7-1942		1,376	2,22	1,90	2,169	1,85	4,98	4,23	1,03	6,21	31,8

Come si nota subito osservando la tabella, i diversi rapporti sono stati formati non soltanto in base alla lunghezza totale del pesce, ma anche in relazione con la lunghezza totale esclusa la pinna caudale: questa è infatti la misura che, a me sembra, dovrebbe essere presa come fondamentale; l'includervi anche la pinna caudale, che si presenta di lunghezza molto variabile anche in esemplari del tutto simili, porta certamente a variazioni sensibili ed irregolari nei diversi rapporti. Ho creduto opportuno però di calcolare ambedue i rapporti, per eventuali confronti con i lavori di altri autori, i quali, in maggioranza, prendono come misura fondamentale quella totale. Stimo inoltre che nei Clupeidi come in tutti quei pesci nei quali la mascella inferiore, ripiegandosi in alto e in avanti, viene a formare l'apice del muso, si debba limitare la misura della lunghezza totale al termine della mascella superiore; infatti l'includervi anche lo spessore della mascella inferiore, è evidente che viene a modificare, se pur di poco, la principale misura longitudinale del pesce con un elemento che le è del tutto estraneo, perchè normalmente situato nella parte ventrale del corpo. Ho eseguito le varie misure con un comune calibro che mi ha permesso di ottenere senza particolare difficoltà dati assai precisi.

Dall'osservazione immediata dei valori riportati nella tabella, si possono rilevare i seguenti fatti:

a) Variazioni dovute all'età: si sono resi evidenti soltanto per quanto riguarda le dimensioni del capo e dell'occhio, i quali appaiono di proporzioni relativamente maggiori nei giovani rispetto agli adulti, cosa del resto del tutto naturale.

b) Variazioni dovute al sesso: le pinne ventrali ed anale appaiono più spostate all'indietro nei maschi che nelle femmine: questo fatto è in contrasto a quanto si sarebbe potuto prevedere, almeno riguardo alla pinna anale la quale, per la notevole distensione del ventre durante la maturità delle uova, avrebbe dovuto, se mai, subire nelle femmine uno spostamento all'indietro maggiore che nei maschi. Il capo e l'occhio sono chiaramente di dimensioni maggiori nei maschi che nelle femmine.

c) Variazioni dovute alla località ed alla stagione di pesca: dai dati ottenuti non è possibile trarre nessuna considerazione a questo proposito.

Gli altri caratteri che ho preso in esame sono stati considerati anche dal Paolucci nel suo lavoro già citato. Corrispondono i dati riguardanti il numero dei raggi delle pinne: per la pinna dorsale in particolare, 17 è il numero che è risultato di gran lunga più costante; circa un quinto delle Sardine ne presentavano 16

pochissime 18. Non corrispondente ai risultati ottenuti dal Paolucci sono invece i dati relativi al numero degli scudetti ventrali; mentre infatti egli ne riporta 30, come numero normale e costante, io li ho trovati oscillanti fra gli estremi, molto rari, di 29 e 34, con una media fra 31 e 32 come risulta dal grafico qui accluso (fig. 2).

Ho voluto poi confrontare i dati ottenuti dalle mie osservazioni con quelli riportati dalla Melis nel suo particolareggiato studio sulle Sardine delle coste meridionali ed occidentali della Sardegna (6), per vedere quali analogie vi fossero fra la *Clupea pilchardus* Walbaum e la *Clupea papalina* Bp. Nel suo detto lavoro ho trovato quattro indici corrispondenti a quelli determinati da me sulle Papaline: $\frac{L}{a}$, $\frac{L}{x}$, $\frac{L}{d}$, $\frac{L}{o}$; $\frac{L}{a}$ non risulta dalla tabella, ma è stato pure da me calcolato. Di questi valori il secondo e specialmente il terzo sono notevolmente più grandi nella *Clupea pilchardus*: anzi la diversa posizione e inserzione della pinna dorsale in questi due pesci è un carattere che si presta a distinguere molto facilmente le due forme. Infatti, come ricorda già il Paolucci, se sospendiamo una Sardina comune per la sua pinna dorsale, essa rimane in equilibrio in posizione circa orizzontale; se invece sospendiamo allo stesso

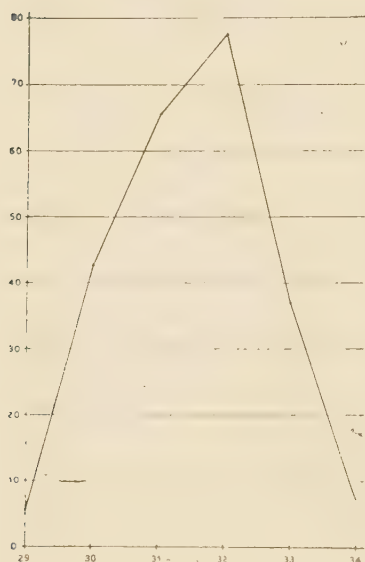


FIG. 2.

modo una Sarda papalina, il corpo di questa assume una notevole inclinazione, col capo verso il basso. Questo stesso carattere della pinna dorsale spostato alquanto all'indietro è presente pure nello Spratto ed è anzi il carattere più evidente che avvicina le due forme: *Clupea sprattus* L. e *Clupea papalina* Bp. Ho voluto rendermi conto con una certa precisione del valore di questo carattere calcolando il rapporto $\frac{d}{v}$: trascrivo qui il grafico rappresentante le frequenze dei diversi valori di questo rapporto, che rende evidente come la pinna dorsale si trova spostata caudalmente ed in misura sensibile rispetto alla ventrale (fig. 3).

Dai dati riportati dalla Melis nel suo lavoro sopra citato, ho dedotto che negli esemplari da lei presi in esame questo rapporto doveva aggirarsi intorno a 0,96; la proporzione delle pinne dorsali e ventrali nella *pilchardus* è quindi invertita e, se si tien conto che

le pinne ventrali della *pilchardus* sono inserite più in avanti che nella *Clupea papalina*, appare ancora più evidente la notevole diversità di posizione della pinna dorsale in queste due specie.

Quanto agli altri due rapporti: $\frac{L}{a}$ è assai maggiore nella Papalina, la quale quindi viene ad avere la pinna anale situata più innanzi rispetto alla Sardina comune. $\frac{L}{o}$ non presenta differenze sensibili; da notare se mai l'inversione di questo rapporto relativo al sesso nei risultati ottenuti dalla Melis e da me: ho accennato infatti alla maggiore lunghezza che presenta il capo nei maschi delle Papaline, rispetto alle femmine; il contrario sembra avvenire presso la *Clupea pilchardus*.

* * *

Farò ora un breve confronto fra i dati riportati dal Heincke sullo Spratto ed i miei sulla Papalina. Fra i numerosi lotti studiati dal Heincke ho tenuto conto dei due più numerosi (50 e 68 esemplari), riferentesi a pescate effettuate nella baia di Kiel (*).

Sono qui posti a confronto gli indici che ho trovato in comune nei due lavori o che ho potuto far corrispondere con semplice calcolo.

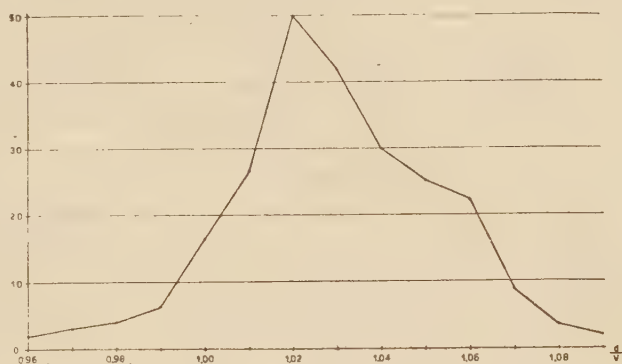


FIG. 3.

(*) HEINCKE: *Naturgeschichte des Herings*, tab. 170 e 171.

	$\frac{L}{a}$	$\frac{L}{v}$	$\frac{L}{d}$	$\frac{L}{o}$	Altezza in centesimi della lunghezza totale
Spratti	1,60	2,16	2,14	5,01	19,7
Papaline	1,61	2,24	2,18	4,99	17,4

Appare evidente che la posizione delle pinne anale, ventrali e dorsale è più arretrata nello Spratto rispetto alla Papalina; e mentre questa differenza è piccola per la pinna anale, diviene più forte per la dorsale e specialmente per le ventrali. L'indice $\frac{d}{v}$ di cui abbiamo espresso il grafico relativo alla Papalina deve perciò nello Spratto essere più vicino all'unità: questo rapporto presenta dunque nello Spratto valori intermedi tra la *Clupea papalina* e la *Clupea pilchardus*; se invece prendiamo in considerazione soltanto l'indice relativo all'inserzione della pinna dorsale, è che allora la Papalina viene ad avere valori intermedi tra lo Spratto e la *Sardina* comune. In quanto all'altezza del corpo, espressa in centesimi della lunghezza totale, è evidente la forte differenza che intercorre fra le due forme. Ripeto però quello che ho già detto in principio: ho trovato cioè, negli esemplari da me esaminati, questa misura non abbastanza costante ed influenzata da svariati fattori, così che non ho voluto neppure tenerne conto; questa misura potrebbe forse essere presa in esame soltanto su esemplari appena pescati. Vi è inoltre una lieve differenza nella lunghezza relativa del capo: differenza però che deve essere in relazione al maggior sviluppo corporeo che si verifica nello Spratto.

* * *

Per poter mettere più particolarmente in evidenza quali siano le affinità e le differenze che intercorrono tra queste forme (e dedurne le eventuali considerazioni sistematiche) occorrerà poter studiare direttamente anche un discreto lotto di Spratti, con sistemi analoghi a quelli usati per le Papaline, così da poter fare un raffronto più sicuro e preciso.

Concludendo possiamo affermare che vi sono differenze assai marcate tra *Clupea papalina*, *Clupea pilchardus* e *Clupea sprattus*: e mentre la *Sardina* comune si distingue dalla Papalina e dallo Spratto soprattutto per la diversa inserzione delle pinne (dorsale in modo particolare), quest'ultimo presenta come principale carattere distintivo una maggiore altezza del corpo in rapporto alla lunghezza, la quale a sua volta raggiunge valori assoluti assai maggiori che nella Papalina.

Roma, ottobre 1942 (*) — Laboratorio centrale di Idrobiologia.

(*) Il presente lavoro, già composto e pronto per la pubblicazione nel 1943, andò poi disperso a causa degli avvenimenti bellici; soltanto oggi ne è stata possibile la pubblicazione.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BONAPARTE: *Iconografia della Fauna italica*, III: Pesci. Roma, 1832-41 (*Clupea papalina*, introduzione).
- (2) CANESTRINI G.: *Fauna d'Italia*, Parte terza: Pesci. Milano, 1872 (*Alosa papalina*).
- (3) HEINCKE F.: *Naturgeschichte des Herings*. Abh. Dtsh. Seefisch. Vers., Berlin, 1898.
- (4) HELD H.: *Contribution à l'étude des races de thons*. Ann. de la Sect. de Salammbô, 4, 1927.
- (5) LÜBBERT und EHERENBAUM: *Hanbuch der Seefischerei Nordeuropas*. II. Stuttgart, 1934.
- (6) MELIS A.: *Studi biologici e biometrici sulla Sardina delle coste occidentali e meridionali della Sardegna*. « Boll. Pesca, Piscic. e di Idrobiol. », XIII. 1937.
- (7) NARDO G. D.: *Prospetti sistematici delle Provincie Venete e del Mare Adriatico*, ecc. Venezia, 1860.
- (8) NINNI A.: *Enumerazione dei pesci delle lagune e del Golfo di Venezia (Clupea phalerica Rond.)*. « Ann. Soc. Naturalisti », anno V.
- (9) PAOLUCCI C.: *Sulla ittiofauna adriatica e particolarmente sulla «Clupea papalina Bp.»*. Ancona, 1908.
- (10) PERUGIA A.: *Elenco dei pesci dell'Adriatico*. Milano, 1881.

LETIZIA FERRERO

STUDIO COMPARATIVO SULLE CHEPPIE DEL MEDITERRANEO E GLI AGONI DELLE ACQUE INTERNE D'ITALIA

(NOTA PRELIMINARE)

Scopo del presente studio è indagare sui rapporti esistenti tra le Alose del Mediterraneo che risalgono i nostri fiumi per la riproduzione e gli Agoni che sono invece una forma acclimatata nei laghi.

L'Alosa è un pesce anadromo della famiglia dei Clupeidi. Controverse sono state le opinioni circa una precisa classificazione delle Alose che erano state descritte da Linneo come appartenenti a una sola specie: *Clupea alosa*, appartenente al genere *Clupea*, e in seguito distinte dal Cuvier in due specie: *Alosa vulgaris* e *Alosa finta*, forma più allungata e con macchie nere sui fianchi. Il Troschel notò, per primo, un carattere differenziale su cui si può basare una distinzione, il numero delle branchiospine maggiore nell'*Alosa vulgaris*. Il Fatio trova differenze anche nella forma del corpo più slanciato nell'*Alosa finta*. Secondo l'Hoek esisterebbe anche una terza forma, *Clupea Alosa finta*, incrocio di *A. finta* con *A. vulgaris*, ma in questo caso occorrerebbe ritenere siano delle razze distinte o perlomeno delle sottospecie. Il Roule ha distinto il genere *Alosa Alosa*, comprendente l'*Alosa sapidissima* americana e l'*Alosa vulgaris*, e il genere *Parlosa* che comprende l'*Alosa finta*. Ma le distinzioni che fa il Roule di una specie atlantica e di una mediterranea di *A. finta* non sono accettate dal D'Ancona che le ritiene razze di una medesima specie. Anche il De Bouen distingue razze locali di una medesima specie. Per le Alose mediterranee il Barbieri ritiene siano solo *A. finta* e pare che si possa ritenere che solo l'*A. finta* risalga i fiumi italiani.

La forma lacustre, l'Agone dei laghi lombardi, è stato considerato dal Fatio come una varietà di *A. finta* più o meno modificata per l'acclimatazione nelle acque dolci. Il Fatio chiamò questa forma *Alosa finta* varietà *lacustris*. Anche il Garbini ritiene gli Agoni come la varietà *lacustris* dell'*Alosa finta* e pensa che la differenza esistente fra gli Agoni dei vari laghi sia dovuta alla diversa età di adattamento. Secondo il Pavesi, invece, le due specie *A. vulgaris* e *A. finta* sarebbero sinonimi, e gli Agoni sarebbero *Alosa* che si è acclimatata nei laghi, donde certe differenze nei costumi e nelle dimensioni. A questa conclusione si oppose il Barbieri e gli studi più recenti che ritengono le Cheppie dell'Adriatico e del Mediterraneo *A. finta* ben distinta, per il carattere delle branchiospine, dalla *A. vulgaris*.

Il Barbieri confrontando Alose del Mediterraneo con Agoni notò notevoli differenze sia per il numero delle branchiospine che per altri caratteri somatici per cui ritiene poter definire gli Agoni come una nuova specie *A. finta* varietà *lacustris* Fatio.

Da quanto è stato detto si nota quanto controverse siano le opinioni dei vari autori circa una chiara sistematica di questi Clupeidi, dato che varie possono essere le cause che inducono in errore quando si tratta di argomenti così delicati come quello di specie.

In questa ricerca ho esaminato esemplari di Alose del Mediterraneo e Agoni dei laghi lombardi e laziali, basandomi esclusivamente su caratteri biometrici, per vedere se e quanto il diverso ambiente può agire modificando i caratteri, e se si debbano ritenere queste modificazioni come dovute alla variabilità fluttuante, oppure considerarle come vere mutazioni ereditarie che dovrebbero portare a una nuova specie. Secondo il Barbieri dato che non si trovano delle forme di passaggio tra l'*A. finta* Cuvier e l'*A. finta* varietà *lacustris* Fatio, si potrebbero senz'altro chiamare gli Agoni *Alosa lacustris* Fatio, o perlomeno si dovrebbe pensare che essi costituiscano una nuova specie in via di evoluzione.

Riassumendo i risultati delle mie osservazioni posso concludere che nella forma marina la lunghezza totale è maggiore, la forma del corpo alquanto variabile, la testa di forma più tozza rispetto agli Agoni, il numero delle branchiospine sempre più basso, e tali caratteri differenziali si presentano costanti. Ma per vari indici presi in considerazione ad alcuni dei quali, come la inserzione delle pinne si dà tanta importanza nella classificazione dei Clupeidi non si notano differenze sensibili tra Alose e Agoni; nè siamo in grado di giudicare che cosa avverrebbe nella acclimatazione della forma marina nelle acque interne. Potremo quindi più giustamente ritenere l'*Alosa* e l'*Agone* varietà di una stessa specie anzichè addirittura specie diverse.

Il Pavesi osserva che, volendo considerare specie diverse la forma marina e lacustre, dovremo addirittura ammettere specie diverse per ogni lago, dato che anche tra lago e lago si verificano negli Agoni differenze nella lunghezza totale, e diverso numero di branchiospine. Ma mentre tra Alose e Agoni alcuni caratteri sopraricordati, si mantengono costantemente diversi, nei laghi le condizioni particolari ecologiche dei diversi ambienti possono indurre variazioni fisiologiche e morfologiche, ma, come ho osservato, sempre in limitato intervallo di variabilità; tanto è vero che il trapianto degli Agoni di Como i quali sono più piccoli di quelli dei laghi Maggiore e di Garda, nei laghi laziali, ha dato luogo a una forma più lunga e sviluppata di quelle di tutti i laghi lombardi, ma sempre più piccola dell'*Alosa* e che conserva la forma più allungata della testa e il numero elevato delle branchiospine degli Agoni.

Per gli Agoni dei vari laghi riteniamo senz'altro che appartengano ad una sola varietà che subisce variazioni fluttuanti in rapporto alle condizioni ambientali.

GIACOMO ZOLEZZI

LA «GRACILARIA» NELLA LAGUNA DI VENEZIA

(NOTA PRELIMINARE)

Scoppiata la guerra, uno dei tanti argomenti che cominciarono a destare serie preoccupazioni, fu la produzione di agar-agar, importato prima esclusivamente dal Giappone. Il Commissariato generale per la pesca, ben comprendendo per suggerimento del prof. Brunelli, in quale grave situazione venivano a trovarsi le nostre industrie alimentari e tessili nonchè gli istituti sieroterapici e batteriologici, volle si affrontasse immediatamente il problema e ne affidò l'incarico al R. Laboratorio centrale di Idrobiologia il quale, dopo pazienti studi riuscì ad ottenere l'importante prodotto. Sperimentato nell'Istituto di igiene dell'Università di Roma, diede ottimi risultati, simili se non superiori a quelli ottenuti con agar giapponese. L'agar italiano era quindi un fatto compiuto.

Superato il primo passo, un altro problema non meno importante si presentava, e precisamente quello della materia prima. Tutti sanno che l'agar viene estratto da alcune rodoficee della cui abbondanza lungo le nostre coste ben poco si sapeva.

Le nozioni che si avevano intorno alla *Gracilaria* ed al *Gelidium* erano generiche e frammentarie e nessuno mai aveva fornito dati statistici sulla distribuzione di questi due generi di alghe. A risolvere il problema venne ancora in aiuto il prof. Brunelli, per il cui suggerimento si diede incarico a tutti gli Istituti di biologia marina e agli Osservatori di occuparsi dell'argomento. Per Venezia e lagune adiacenti fu incaricato l'Osservatorio di pesca marittima. Mentre lo scrivente si accingeva ad eseguire le prime ricerche sistematiche venne chiamato alle armi e dovette quindi sospendere il lavoro da poco iniziato. Lo sostituirono il prof. Minio, col quale già erano stati presi accordi verbali, ed il dott. Spada, per esplicito incarico del prof. Brunelli. Questi continuarono le ricerche sistematiche ed in base alle conoscenze acquisite dai lavori del Nardo, del Vatova e del Sighele, vennero alla scoperta di importanti ammassi di *Gracilaria*, solo in parte prima conosciuti. Essa venne riscontrata a Chioggia, dove era stata segnalata dal Vatova; nel canale di Sottomarina; in alcuni canali del Lido; a Venezia, in quasi tutte le acque che circondano la città, compresi i canali e lungo le rive.

Ritornato, dopo quattro mesi di servizio militare trascorsi a Pola, dove aveva dedicato il poco tempo libero alla conoscenza della fauna ittica di quella regione ed ai relativi sistemi di pesca, ripresi le ricerche con i surricordati studiosi. Il sopraggiungere dell'inverno con puntate di freddo eccezionali, che determinarono anche il parziale ghiacciamento della laguna, costrinse a desistere ed a riprendere il lavoro nella primavera successiva.

Il compito che ci eravamo prefissi era:

- 1° determinazione del ciclo biologico dell'alga;
- 2° raccolta di dati per un catasto;
- 3° determinazione più adatta dell'epoca di raccolta;
- 4° determinazione dei metodi più razionali di raccolta;
- 5° aumento delle zone preesistenti;
- 6° diffusione in altre zone.

Frattanto in base ad una circolare del Ministero delle comunicazioni, Direzione generale della Marina mercantile, la raccolta veniva affidata ai pescatori regolarmente iscritti alle cooperative, mediante permessi rilasciati dalle Capitanerie di porto. Questi, mossi esclusivamente da ragioni di lucro ed incuranti delle istruzioni ricevute, ne cominciarono uno sfruttamento intensivo, fornendo scientemente dati inesatti sulle zone di pesca. Gli effetti disastrosi di tale condotta si fecero ben presto sentire.

Preoccupati per l'esito della *Gracilaria*, di cui si prevedeva la fine entro un brevissimo spazio di tempo, con inevitabili conseguenze su tutto il sistema biologico lagunare, si informarono le autorità competenti, ed in base ai suggerimenti proposti, venne emessa un'altra circolare mediante la quale la raccolta era affidata al personale degli Istituti più sopra citati, autorizzandone anche l'assunzione di avventizi in caso di necessità. Per maggior sicurezza, l'Osservatorio chiese ed ottenne, tramite il R. Laboratorio centrale di Idrobiologia, la concessione delle zone di maggior produzione.

In base a questo provvedimento, che ci garantiva da qualsiasi sorpresa, si ripresero le ricerche e si provvide ad istruire una maestranza fidata. Dopo tre anni di lavoro, essa ha acquistato una invidiabile capacità e compie il suo lavoro ottimamente. Si attiene scrupolosamente, quando non viene accompagnata da qualcuno di noi, alle istruzioni che riceve e riferisce ogni giorno sui quantitativi pescati e sulle zone di raccolta, che vengono accuratamente registrate. Con questa stessa maestranza si estendono ogni anno le ricerche a zone rimaste ancora inesplorate e si provvede ai trapianti sul cui esito in seguito si dirà.

Grazie a questi provvedimenti, le zone dapprima compromesse per l'intensiva raccolta, andarono ripopolandosi ed il pericolo di un sicuro diradamento sembra ormai svanito.

Dopo tre anni di pazienti e sistematiche ricerche, a parte ancora qualche dubbio sul primo quesito, possiamo dire di avere risolto almeno i primi quattro punti del nostro programma. Si conosce infatti abbastanza bene il ciclo di vita dell'alga in parola, che presenta una sospensione dal marzo all'aprile ed altrettanto bene si conoscono la sua diffusione, i metodi e l'epoca di raccolta.

Anche il quinto quesito è stato affrontato nelle condizioni che tutti conoscono e, per quanto ancora non ci sia possibile dare dati precisi, possiamo tuttavia affermare che la produttività della zona più facilmente accessibile e quindi più facilmente controllabile, per le misure più sopra ricordate, è andata aumentando, specialmente in quest'ultimo anno, nonostante il depauperamento del '42. Anche in estensione essa presenta un notevole progresso assai rimarcato dove si eseguirono i trapianti. Tutto ciò farebbe pensare ad un effettivo vantaggio dovuto ai nostri lavori, ma essendo venuti a mancare alcuni elementi di controllo non ci si può ancora pronunciare in questo senso. Le ricerche tuttavia continuano e si spera di poter dare, tra non molto, una risposta all'importante quesito.

Per ragioni contingenti non è stato invece possibile affrontare il sesto punto del nostro programma. Tuttavia non si sono trascurati quegli elementi che potrebbero essere utili in un domani. E appena le condizioni lo permetteranno, con quella scorta di cognizioni acquisite nei tre anni di lavoro, anche le altre lagune dell'alto Adriatico verranno visitate per studiarne le possibilità di aumento, in caso di presenza, o di immissione, in caso di mancanza.

La *Gracilaria* alligna ottimamente in ambiente inquinato, a profondità variabile da pochi centimetri sino a 2 metri circa. Predilige il fondo fangoso; non mancano però talli abbarbicati qua e là sui sassi o lungo le rive. Forma generalmente, in ambiente adatto, tappeti di una certa entità, con maggior accentuazione sugli argini dei canali e con qualche interruzione nella parte interna delle paludi. Vive assieme all'*Ulva lactuca* anzi, in certe stagioni, viene da questa completamente avviluppata. Raramente si trova in talli solitari in mezzo alle praterie di *Zostera*.

In inverno la troviamo avvolta completamente dall'*Ectocarpus* e non raramente anche dalla *Porphyra*.

Con il sopraggiungere della primavera e per il conseguente riscaldamento delle acque, queste due alghe, proprie dell'inverno, spariscono e la *Gracilaria* riprende la sua vegetazione quanto mai rigogliosa.

Interessanti, a tal proposito, sono i risultati di laboratorio in antitesi con quanto si osserva in natura.

In vaschette tenute presso l'Osservatorio si è difatti constatato che l'*Ectocarpus* sparisce assai più presto che non in natura. Risultati meno chiari si otterrebbero con alga estiva. Il prof. Minio poi, provando in ambiente assai sfavorevole, avrebbe osservata la comparsa di cistocarpi su filamenti che ne erano affatto privi. Queste prove sono tuttora allo studio e formeranno l'oggetto di una pubblicazione a parte.

Tanto in natura che in laboratorio si osservano, lungo i filamenti, delle necrosi che ne provocano una divisione in frammenti più o meno lunghi. Sugli agenti di tali necrosi non si è ancora d'accordo, ma non si è lontano dal vero forse, pensando che esse siano dovute all'azione di organismi viventi. Il contenuto in gelatina potrebbe essere, anche in natura, sfruttato da alcuni microorganismi come habitat preferito, determinando precisamente le necrosi ora ricordate.

Le specie di *Gracilaria* dagli altri autori segnalate sono state tutte rinvenute con differenze però, e talvolta anche notevoli, sulla loro distribuzione. La specie più abbondante è la *Gracilaria confervoides*. Le sue dimensioni variano da qualche decimetro sino oltre 2 metri di lunghezza. A sviluppo completo forma degli ammassi che possono raggiungere anche i 4-5 quintali. La formazione di detti accumuli ci è di guida per l'inizio della campagna di raccolta. Questa va dalla prima decade di luglio ad ottobre-novembre. Potrebbe protrarsi anche sino a dicembre, ma l'umidità dell'aria ne impedisce l'essiccazione. Con essiccatoio artificiale si potrebbe chiudere senz'altro con la fine dell'anno.

I mesi migliori sono agosto e settembre. A fine campagna una notevole quantità, superiore forse ancora a quella raccolta, viene lasciata *in situ* per garantirne continuità. Staccata dalle forti mareggiate e convogliata dalle correnti di marea, viene trasportata ed abbandonata in zone a ridosso, da noi bene individuate. E qui resta, salvo casi eccezionali, sino a marzo, per poi sparire. Probabilmente frammentandosi è condotta al mare dalle forti correnti o ridispersa nella laguna. Quest'alga, volutamente risparmiata, è forse quella che provvede alla riproduzione e quindi al ripopolamento delle zone di raccolta e forse anche alla creazione di altre. A favore di questo nostro modo di vedere, deporrebbero i risultati della zona di Chioggia.

Nel 1943 (secondo anno di raccolta), per ragioni inerenti allo stato di guerra, e per l'assenza dello scrivente, richiamato ancora alle armi, la raccolta venne abbandonata ai pescatori, senza possibilità di controllo. Questi, come al solito, ne fecero uno sfruttamento intensivo, senza risparmiare quella percentuale minima, necessaria al ripopolamento. Perciò, negli anni seguenti (44-45) detta zona non fruttò un solo chilogrammo di alga. Visitata più volte in questo ultimo biennio, nonostante il pericolo aereo, vi si riscontrò qua e là solo qualche tallo regredito. La presenza dell'alga faceva sperare in una ripresa, sia pure lenta, che invece mancò.

Il mancato sviluppo di questi talli isolati si pensa sia dovuto soprattutto alla riduzione di lavoro della ditta Samar. Che ciò sia stato possibile, lo si potrebbe dedurre dall'eccessivo sviluppo, durante lo stesso periodo, delle zone di Venezia, superaffollata. L'aumento della popolazione avrebbe quindi indirettamente giovato all'accrescimento della *Gracilaria*, mentre a Chioggia, per il diminuito inquinamento delle acque, si sarebbe avuto esito opposto.

L'insieme dei fattori così brevemente ricordati, forma tuttora oggetto di studio e si spera di poter venire, entro un tempo piuttosto breve, alla conoscenza dell'*optimum* per accentuarne la vegetazione. E ciò sarebbe di grande vantaggio e per l'immissione in altre acque lagunari e per l'industria.

Implicitamente si è ricordato che la zona di sfruttamento di Chioggia si trova nelle immediate vicinanze della Samar. Vi forma dei piccoli tappeti sparsi qua e là, associata all'*Ulva*. Le ultime sue propaggini si spingono per circa m. 200 a destra ed a sinistra della fabbrica stessa. Complessivamente la zona di Chioggia ha fruttato, negli anni migliori, circa ql. 20 di alga secca. Se pensiamo che la resa in alga secca si aggira intorno al 9 % di media (la resa

varia a seconda della stagione e delle giornate), possiamo concludere che il quantitativo di alga fresca raccolta dai pescatori è di circa ql. 220 mentre, secondo la dichiarazione dei raccoglitori del 1942, dovrebbe essere di gran lunga maggiore.

Assai più redditizia è la zona di Venezia, compresa tra le Fondamente Nuove e l'isola di San Michele. Anche questa forma delle praterie di varia consistenza con delle propaggini periferiche che si allontanano di qualche decina di metri dai bordi della prateria stessa.

Nell'anno 1945 essa subì un notevole aumento con la formazione di altri tre tappeti di notevole portata. Per ragioni puramente tecniche non si è permesso di raccogliere alga in queste zone. I risultati di questo nostro comportamento li potremo conoscere solo alla prossima campagna.

Dalla zona di Venezia si estraggono circa ql. 100 di alga secca all'anno. Nel 1944 si ebbero risultati notevolmente più bassi a causa della guerra. La campagna da poco chiusa ci ha ricondotto ai risultati degli anni precedenti. Per l'anno in corso non possiamo ancora fare previsioni, ma si suppone che l'esito sarà come quello delle annate più ricche e forse anche migliore. La nostra fiducia si basa sulla scoperta di un altro banco di non molta entità, ma che potrebbe dare tuttavia un notevole contributo alla raccolta. Esso è situato nelle immediate vicinanze della stazione ferroviaria, tra i ponti della Libertà e quello ferroviario. Le sue propaggini estreme invadono anche la palude a sud-ovest del primo ponte con qualche isolato sin verso la marittima.

Prima del 1945 non ci è stato possibile visitare tale zona per ragioni puramente militari. Ma sulla presenza colà della *Gracilaria* non si aveva il minimo dubbio. La nostra fiducia poggiava e sulla presenza del macello pubblico e sulle caratteristiche dell'ambiente, tipicamente adatte al suo sviluppo. Poichè l'ambiente si presta, anche qui, come del resto è già stato fatto, si tenteranno i trapianti onde aumentarne possibilmente la portata.

Con lo sfruttamento di questo nuovo banco e con quello dei canali del Lido e di altre eventuali zone, la raccolta totale potrebbe subire un notevole aumento. Con ciò siamo ancora ben lungi dal soddisfare le esigenze industriali. È necessario perciò estendere le ricerche anche alle altre coste, con particolare riguardo per il *Gelidium*, che ha un contenuto in gelatina di gran lunga superiore alla *Gracilaria*. Nella laguna esso venne riscontrato lungo le rive, ma per la sua piccolezza non è assolutamente possibile pensare di sfruttarlo. A questo scopo si presterebbe invece assai bene quello della costa ligure, che ha dimensioni notevoli. L'unica cosa che resta da farsi è l'organizzazione della raccolta da parte degli Istituti locali. Questi farebbero opera meritoria se volessero occuparsi della questione, poichè l'agar è un prodotto di capitale importanza per la vita della Nazione, che potrebbe così emanciparsi dall'importazione straniera e diventare anzi esportatrice di tale sostanza.

CONSIDERAZIONI SUGLI STUDI LIMNOLOGICI IN AFRICA

1. È ormai affermazione nota che lo studio sistematico dell'Africa è ancora lontano dall'essere completato, anche se le grandi linee del quadro sono tracciate. Ben se ne accorge in particolar modo chi voglia dare, anche per sommi capi, notizia dei laghi africani, non intendendo di limitarsi ad alcuni elementi, seppure essenziali, di questa illustrazione, ma addentrandosi ad esaminare le più salienti caratteristiche dei bacini lacustri di questo vasto blocco compatto della terra secondo le richieste della moderna limnologia.

Lo stato delle conoscenze limnologiche africane può esser desunto in una rapida visione dalla seguente tabella I, nella quale sono elencati i laghi africani, di cui fino ad oggi si abbia qualche notizia, maggiore di quelle che si potrebbero desumere da una carta a scala all'uno o due milioni. Occorre intanto subito avvertire che in questo elenco non sono considerate quelle distese d'acqua dell'Africa settentrionale che per i loro caratteri, spesso saltuariamente studiati, non credo di includere nella presente rassegna, trattandosi di solito di distese d'acqua intermittenti e aventi caratteristiche del tutto particolari.

A riprova di ciò, senza voler qui ricorrere ad una ricerca cartografica sistematica, che certamente sarebbe interessante (1), basti considerare qualche esempio. Nella ben nota opera di Hurst e Phillips (2) la tavola 41 *Lake Plateau* rappresenta in scala 1:2.000.000 l'altipiano compreso tra l'Uganda meridionale, l'estremità orientale del Congo e la porzione settentrionale del territorio del Tanganica, altipiano che si eleva in gran parte intorno ai mille metri sul mare e nel cui cuore si estende con area quasi sconfinata il Lago

(1) Un'indagine di tal genere è in corso di elaborazione.

(2) HURST H. E. and PHILLIPS P.: *The Nile Basin. Vol. I: General description of the Basin. Meteorology, ecc.* Ministry of public works, Egypt, Physical department Cairo 1931; vedasi anche la stessa carta allegata al Vol. V (1939) della eguale pubblicazione, dedicata ai problemi idrologici dei grandi laghi nilotici. Ambedue i volumi contengono utili indicazioni bibliografiche, di cui ci si è valsi nella stesura di questa nota.

Vittoria; nella porzione limitata tra 4° a nord e a sud dell'equatore e tra 29° e 38° di long. est, si possono contare complessivamente 56 laghi, dei quali solo 6 sono presi in esame in questi cenni sulle conoscenze limnologiche dei laghi africani. Un secondo esempio può esser tratto da una recente opera che porta un contributo decisivo alla conoscenza dei laghi della « fossa galla ». Ivi si allineano una diecina di bacini lacustri, taluno assai vasto e importante come il Lago Margherita, tal altro piccolissimo e quasi insignificante come il laghetto di Bishoftù presso Addis Abeba, che sono stati studiati a fondo e che costituiscono elementi preziosi per la limnologia.

Un terzo esempio valga a confermare quanto si dice: Le Terrier in un lavoro su *Les lacs du Bas Ogooué*. («La Geographie», XXVII, 1913) dà notizia di ben 27 laghi di superficie e profondità molto variabili, ma la cui esistenza, da quanto si può desumere dall'A. è legata al regime del fiume e al trasporto di materie solide di esso. Per tenerne conto occorrerebbe poter controllare il loro aspetto attuale.

Ne consegue quindi che volendo dare un elenco dei laghi africani due vie sarebbero possibili: o esaminare le più recenti e migliori carte dell'Africa, elencando tutti i bacini lacustri ivi segnati; oppure limitarsi a desumere dalle pubblicazioni i risultati finora conseguiti per preparare un elenco, che permetta di stabilire fin d'ora alcune considerazioni di carattere generale. Lasciando come si è detto ad altro momento la prima strada, ci limitiamo a dare un quadro dei laghi di cui si abbiano elementi sufficienti per stabilirne i caratteri fondamentali.

La tabella I elenca i laghi di cui abbiansi qualche conoscenza; essa è stata compilata soprattutto sulla base della nota opera di Halbfass (1) e del suo complemento, nonchè tenendo conto di un recente mio scritto (2).

Dall'elenco sovra trascritto risultano alcune considerazioni che si possono esporre prima di procedere a un esame più dettagliato del problema. L'Africa ha un numero assai scarso di laghi studiati; se ne contano appena una quarantina di fronte a oltre 1500 dell'Europa, un centinaio dell'Asia, 150 dell'America settentrionale, una quindicina dell'America centrale, e altrettanti dell'America meridionale, una trentina dell'Australia. Già questi dati sono alquanto significativi. Occorre però avvertire che il grandissimo numero di laghi europei, di cui sono noti gli elementi in confronto ai pochi delle altre parti del mondo è dovuto, in gran parte, ad una maggiore intensità delle indagini.

È inoltre anche da tener presente che il numero dei laghi africani, dell'America meridionale e dell'Australia è minore di quello dell'America set-

(1) HALBFASS W.: *Die Seen der Erde*, Petermanns Mitteilungen. Ergänzungsheft 185, Gotha, 1922; ID.: *Nachträge zu meinem Buche «Die Seen der Erde»*. Int. Rev. f. ges. Hydr. u. Hydrob., 35. Leipzig, 1937. (Vedasi ivi la bibliografia).

(2) MORANDINI G.: *Le caratteristiche morfometriche dei laghi dell'A. O. I. esplorati dalla Missione ittiologica*. In «Esplorazione dei laghi della fossa galla», a cura del Ministero A. I., Roma, 1941. (Si confronti i cenni bibliografici).

tentrionale e dell'Europa, soprattutto per la mancanza in quelle regioni dell'azione dei ghiacciai, ai quali è da ascrivere l'origine di un notevole numero dei laghi della Terra. In sostanza, a giudicare dai dati oggi disponibili, il numero dei laghi è assai esiguo in tutte tre queste vaste parti delle terre emerse e la loro area è rappresentata, a quanto oggi si può dire, dai seguenti valori complessivi: Africa kmq. 185.000, America meridionale kmq. 32.000, Australia kmq. 16.000; il che significa che, in media, in Africa si ha un chilometro quadrato di superficie lacustre ogni 180 chilometri quadrati di superficie, in Australia ogni 500 chilometri quadrati e altrettanto circa nell'America meridionale.

Questi valori hanno però scarso significato assoluto, in quanto si basano su una statistica incompleta, anche rispetto alle fonti cartografiche oggi a disposizione (1), ma presentano un interesse quando si tenga presente che ivi sono elencati tutti, o quasi tutti, i laghi che hanno un'area di notevole entità, per cui, anche prendendo per base un elenco più completo, i valori dell'area totale subirebbero spostamenti complessivi quasi trascurabili, fatta eccezione forse per l'America meridionale.

Ove poi si voglia fare il confronto tra l'area lacustre totale dell'Africa con quella occupata da laghi su tutta la Terra, risulta che della superficie complessiva delle terre emerse l'1,3 % è occupato da specchi lacustri, mentre in Africa la percentuale si riduce intorno alla metà (0,6 % basandosi sui dati della tabella I). In conclusione si potrebbe quindi osservare che i laghi nel complesso dell'Africa sembrerebbero avere scarsa importanza; a ciò si può però obiettare che l'area complessiva di kmq. 185.000 è occupata da un numero piuttosto ridotto di specchi lacustri, alcuni dei quali hanno una area assai vasta e quindi un'importanza regionale tutt'altro che trascurabile.

* * *

2. Un esame infatti dei laghi riportati nell'elenco della tabella I permette di stabilire un primo fatto fondamentale; tra i bacini lacustri elencati si trovano laghi di importanza assai diversa: accanto a uno dei maggiori laghi della Terra, il Lago Vittoria, e a uno dei più profondi, il Tanganica, si trovano dei piccoli bacini che non raggiungono l'area di un chilometro quadrato. Ora nell'illustrare l'importanza dei laghi africani è opportuno limitarsi a prendere in considerazione quei bacini lacustri maggiori che per la loro estensione, volume di acque, ecc., esercitano una vera e propria influenza sul paesaggio. Ritengo pertanto di prendere in considerazione solo i bacini lacustri, aventi area superiore a kmq. 10; la ragione di tale scelta è ancora maggiormente suffragata dal fatto che, mentre non sarà difficile che esplorazioni

(1) Un semplice controllo sull'« Atlante d'Africa » di A. Dardano e R. Riccardi (Milano, 1936) dà un numero di laghi assai più elevato, nonostante la relativa piccola scala delle tavole; se ne contano quasi un centinaio, ma di oltre la metà di essi non si ha conoscenza di alcun dato.

regionali rivelino l'esistenza di molti piccoli laghi ancora sconosciuti, è da escludere che possano essere scoperti nuovi bacini lacustri relativamente estesi. Così limitato, il quadro potrà assai più facilmente resistere all'inevitabile assalto del progresso scientifico.

Nella tabella II è dato appunto il catasto dei bacini lacustri, aventi area superiore ai kmq. 10, e dei quali si possano riportare con una certa esattezza i più importanti dati morfometrici e altre conoscenze del quadro limnologico. Da quest'elenco che, per ora almeno, costituisce la base per un'illustrazione delle caratteristiche limnologiche dei laghi africani, si possono rilevare una serie di considerazioni.

3. Questi bacini lacustri si trovano variamente distribuiti, soprattutto in rapporto alle condizioni geotettoniche dell'Africa. Mentre per altre parti del mondo, come in particolar modo l'Europa e l'America settentrionale, l'esistenza dei bacini lacustri è strettamente connessa più che con altre cause con i processi di modellamento del paesaggio dovuto ai ghiacciai, nell'Africa ciò non avviene. Infatti su una quarantina di laghi elencati nella tab. I, ben 14, trovansi allineati lungo quel sistema di fosse, considerato come una delle caratteristiche della struttura geologica dell'Africa, che nella porzione orientale si prolunga dalle latitudini australi fino a perdersi nelle bassure della Dancalia.

È quindi da distinguere un primo e ben nutrito gruppo di laghi, che almeno apparentemente, possono considerarsi affini e costituenti un complesso che potrebbe esser contraddistinto come gruppo di *laghi di fossa tettonica*.

Gli altri bacini lacustri presi in considerazione hanno, in rapporto alla struttura geotettonica e morfologica africana, una distribuzione assai più varia. Con tutto ciò si possono così raggruppare: il Lago Ciad e il Lago Birket Qarun da considerare come *relitti di più vasti bacini interni* del Sahara, aventi caratteri simili, soprattutto nella variabilità della loro superficie (1); i laghi Haic e Ascianghi che si possono definire come *laghi di altopiano*, ma che per la loro ridotta superficie non hanno grande importanza; i laghi Onangè, Onenge, Ogemve e Obsontvè, di area assai diversa, ma tutti posti presso le foci dell'Oguè e da considerarsi come *laghi fluviali* e tale può considerarsi anche il L. Kioga della rete idrografica del Nilo. Rimangono infine tre vasti bacini lacustri; in primo luogo i laghi Leopoldo II e Tumba che possono esser considerati come laghi tipici della Bassa Africa, ricoprenti depressioni abbastanza vaste, a non elevata altezza sul livello del mare, e in secondo luogo il Lago Tana, bacino a sè stante dell'Etiopia.

In complesso quindi nella distribuzione geografica dei laghi africani, di cui si abbiano notizie alquanto approfondite, appaiono alcuni caratteri

(1) A questi due laghi, elencati tra quelli di cui si hanno conoscenze più precise, potrebbero esserne aggiunti altri numerosi a cominciare dagli « sciott » tunisini e algerini e vari altri, aventi simili caratteri, trascurati in questa nota perchè in gran parte di piccola superficie, almeno a livello minimo delle acque.

che si possono considerare predominanti soprattutto per quanto riguarda la loro origine; tali caratteri sono determinati da condizioni geotettoniche e in particolar modo da un elemento che nella struttura dell'Africa si impone per la sua importanza, la fossa o sistema di fosse della porzione orientale. A un primo esame circa una metà dei grandi bacini lacustri africani sembrano connessi con la formazione di questa fossa, anche se, al contrario, lo studio batimetrico di questi bacini ha riservato delle sorprese, talora non lievi. A condizioni geomorfologiche, più che geotettoniche, è invece da connettere l'origine di alcuni gruppi di laghi: così il Lago Ciad e il Lago Birket Qarun, come i vasti laghi situati nei pressi della foce dell'Ogùè e il L. Kioga.

Infine è da considerare il Lago Tana. L'attuale bacino idrografico del Tana è un lembo di quell'altopiano primitivo, che, al seguito di una frattura diretta da Settentrione a Mezzogiorno, si è abbassato, lungo di questa, di parecchie centinaia di metri. Questo abbassamento deve farci supporre che, dal periodo nel quale esso si è verificato, tutti i processi erosivi esercitati dalle acque correnti devono essersi fortemente attenuati, intensificandosi invece là dove si era determinato il salto verso il ciglio dell'altipiano superiore, rimasto immoto.

« Che la regione attorno al Tana fosse ancora, quando si abbassò — scrive il Dainelli — tipico altopiano, e ch'essa, dopo l'abbassamento, sia stata ancora meno intensamente incisa, potrebbe forse essere messo in dubbio dalla presenza stessa del gran lago e dalla tradizione indigena attraverso la quale il lago è passato anche nella letteratura nostra come il « Mar Profondo ». Una profondità, però, comunque irrilevante anche nelle vecchie stime, che gli attribuivano massimi fondali non superiori al centinaio di metri, non però misurati. Anche un centinaio di metri sembra, appunto, irrilevante per turbare la uniformità complessiva di questo lembo di altopiano; a meno di non volere attribuire una potenza straordinariamente grande ai depositi accumulati sul fondo.

« Il grande specchio d'acqua si è formato al seguito di fenomeni vulcanici per i quali masse di lave sono fuoriuscite, si sono accumulate, sbarrando il tronco superiore dell'Abbai primitivo. Si è formato, a monte dello sbarramento, un bacino chiuso, e le acque lo hanno invaso e ricolmo, fino a superare la soglia e riprendere, a valle di questa, il loro corso naturale.

« Si hanno, così, gli elementi sufficienti e necessari, per trarne la convinzione che, veramente, l'area occupata dal lago è tipico altopiano, soltanto tenuemente inciso nella sua superficie uniforme, quasi livellata. Da Tisisàt — dove, presso a poco terminano le recenti espansioni di lave e ricompare allo scoperto il fondo vallivo dell'Abbai, quale si era già formato prima che questi fenomeni vulcanici originassero il Tana — alla riva settentrionale del lago, al margine della pianura del Dembeà, corre in linea d'aria un centinaio di chilometri approssimativamente, con un dislivello di un centinaio di metri. Se si immagina che il fondo vallivo pre-lacustre avesse una pendenza uniforme in questo tratto, si deve dedurre ch'esso, in corrispondenza del centro-lago, si trovi a non più di 40 metri, forse intorno ai 35 metri sotto il

pelo d'acqua attuale. Gli scandagli regolari della Missione del Centro Studi A. O. I. della R. Accademia d'Italia hanno constatato che la profondità massima del Tana non tocca, nemmeno, i modesti 15 metri. Se pensiamo alla estensione del lago, bisogna anche concludere ch'esso rappresenta, non già un « Mar Profondo », ma un sottilissimo velo d'acqua, e che il fondo sul quale questo si è disteso rappresentava una pianura immensa e quasi regolarmente livellata. La potenza dei sedimenti depositatisi sul fondo non può superare una ventina di metri appena: anch'essi, dunque, come un velo » (1).

Nella regolarità di struttura e uniformità di costituzione a cui la forma massiccia, i contorni semplici e poco articolati dell'Africa potrebbero far pensare, si hanno tuttavia differenze geomorfologiche assai profonde che permettono di contrapporre le regioni a catene montuose dell'Africa minore a quelle a struttura tubulare, prevalenti altrove (Eurafica). Ma anche in questa si deve ulteriormente distinguere una regione elevata, la cosiddetta Alta Africa, estendentesi dall'Arabia all'altipiano abissinico, all'area dei grandi laghi, all'Africa australe, fatta eccezione delle montagne del Capo, e una regione più bassa, la Bassa Africa, che si estende sulla porzione centrale-settentrionale-occidentale, escluso l'Atlante. Nella prima, formata nel complesso da un elevato massiccio che occupa la porzione orientale e meridionale, prevalgono altezze superiori ai 1000 metri s.m. e le invasioni marine furono in tutti i tempi limitate a ristretti lembi costieri; nella seconda, invece, non si raggiungono che eccezionalmente i 1000 metri di altezza, chè anzi vastissime porzioni restano al di sotto di 500 metri. Questa regione comprende i bacini del Congo, del Lago Ciad, del Niger, ecc., separati da ondulazioni e lievi creste ove affiorano le rocce dell'imbasamento sottostante. Ambedue queste zone sono caratterizzate dalla presenza di rocce di origine assai remota, le quali hanno subito, attraverso le epoche geologiche, movimenti che hanno portato alla attuale sistemazione tettonica, che ha culminato nel Mio-pliocene, durante il quale si è formato il più vasto sistema di fratture finora conosciuto ed a cui, in particolare modo, è da riferirsi l'origine dei maggiori laghi africani.

I risultati conseguiti dalla Missione ittiologica del Ministero dell'Africa Italiana ai laghi della fossa galla, portano però elementi di maggior precisione sull'origine di questi bacini lacustri che si sgranano lungo questo imponente fascio di fratture. Come risulta già dalla considerazione della piccola profondità massima dei laghi Vittoria, Alberto e Edoardo è da supporre che, nei confronti dei laghi, questo fascio di fratture abbia un comportamento assai singolare e non tutte le conche lacustri, che sono dislocate lungo questa zona, debbono ritenersi come « fosse » vere e proprie. A questo proposito mi richiamo a quanto più diffusamente ho cercato di illustrare in altro lavoro (2), nel quale si è arrivati alla conclusione, in base alle misure batimetriche del Vatoa sui laghi della « fossa », che le ipotesi intese ad assegnare

(1) DAINELLI G.: *Le pianure attorno al Tana*. « Bonifica e colonizzazione », 1937.

(2) MORANDINI G.: *Le caratteristiche morfometriche, ecc.*, op. cit., 1941.

a questi bacini il carattere di laghi tettonici è risultata inesatta. Ne consegue quindi che, pur ammettendo l'esistenza di una doccia orografica, essa non sarebbe dovuta solamente a movimenti tettonici di grande potenza, localizzati su poche direttrici, ma, come del resto provano le indagini dello Schottenloher (1) nella fossa galla, che i movimenti tettonici interessano una zona di larghezza piuttosto cospicua, la cui somma determina il complessivo spostamento delle masse. I laghi che ivi si annidano sono solo in parte da considerarsi di origine tettonica (Niassa, Tanganica, Sciala, Kivu, Langana?) mentre l'origine di altri è dovuta ad altri fenomeni, generalmente sbarramento, come è stato dimostrato per alcuni dalle osservazioni effettuate.

4. Altro elemento di notevole interesse che risulta dalla distribuzione dei laghi africani è il loro rapporto con i vari bacini idrografici. Ove si tenga presente l'idrografia africana, si osserva che i bacini dei grandi fiumi sboccano nel Mediterraneo, nell'Oceano Atlantico e nell'Oceano Indiano coprono il 48 % dell'area totale dell'Africa, mentre il resto è da considerarsi come appartenente alle zone endoreiche o areiche. La distribuzione dei laghi in relazione all'idrografia ci rivela che quattro laghi sono compresi nel bacino del Nilo, cinque in quello del Congo, uno fa parte del bacino dello Zambesi e quattro sono situati alla foce dell'Oguè. Si raggiunge così, dall'atto numerico, la metà dei laghi africani; l'altra metà va ripartita tra laghi privi di emissario e quelli appartenenti a bacini interni. Ma la distribuzione numerica ha interesse alquanto relativo, giacchè assai maggiore importanza ha, nei confronti della distribuzione geografica e nell'economia idrica, l'entità delle superfici lacustri e quella delle aree dei bacini idrografici dei singoli gruppi di laghi nei confronti di quelli dei singoli fiumi. Questi rapporti risultano dai dati del seguente specchietto.

	Area in migliaia di kmq											
	Nilo		Congo		Zambesi		Oguè		Interni		Senza emissario	
	Totale	%	Totale	%	Totale	%	Totale	%	Totale	%	Totale	%
Area lacustre	78,47	2,7	42,77	1,1	30,8	2,3	0,65	—	1,847	0,06	26,417	0,22
Area del bacino idrografico lacustre	344,5	12,1	(a) 517,5	14,0	65,0	4,9	—	—	26,195	0,75	(b) 346,077	3,07

(a) Manca il Lago Kivu.

(b) Mancano i laghi Naivasha, del Morti.

Questi valori rispecchiano con sufficiente chiarezza la diversa importanza che i laghi presentano rispetto ai vari bacini idrografici, ai quali appartengono. Mentre le superfici dei bacini idrografici lacustri occupano il 12 e il 14 % dell'area dei bacini del Nilo (kmq. 2.842.000) e del Congo (kmq. 3.700.000),

(1) SCHOTTENLOHER R.: *Bericht über eine Forschungsreise in Südäthiopien*. Bayerische Akademie der Wissenschaften. München, 1938.

essi non raggiungono il 5% del bacino dello Zambesi (kmq. 1.330.000) e occupano appena il 3% delle zone endoreiche (kmq. 11.720.000, secondo il De Martonne) e appena il 0,75% di quelle areiche (3.500.000 sempre secondo lo stesso autore). Ne consegue che solo per i due bacini del Congo e del Nilo l'area interessata dal regime dei laghi rappresenti un valore abbastanza sensibile; per gli altri fiumi, e tanto più per le zone che non hanno sbocco al mare, i bacini idrografici lacustri hanno un'importanza scarsissima.

Nei confronti poi tra l'area complessiva dei laghi e quella del bacino idrografico o zona idrografica a cui essi appartengono, i valori sono ancora più bassi. Per il Nilo e lo Zambesi tali valori superano il 2% (2,7 e 2,3 rispettivamente), ma scendono intorno all'1% (1,1) per il Congo e al 0,22 e 0,06% per le aree endoreiche e per quelle areiche, ciò che vuol dire che praticamente la loro importanza è nulla.

Nei riguardi infine dei rapporti che intercorrono tra l'area lacustre e quella del bacino idrografico del lago si possono tener presenti i valori calcolati nella tabella II. Da essi si desume che vi è una notevole varietà tra i laghi africani che possono essere raggruppati in diverse categorie:

1° i laghi la cui area è almeno un terzo di quella del corrispondente bacino, il cui valore massimo spetta a due dei maggiori bacini lacustri il Niassa e il Vittoria i quali scolano un bacino lacustre assai ristretto;

2° laghi la cui area sta tra un terzo e un decimo del bacino, abbastanza numerosi e che comprendono bacini di tipo assai diverso, da laghi vasti come il Tanganica e il Tana, a piccoli, come il Langana, l'Abaita, l'Auasa e l'Ascianghi;

3° i laghi la cui superficie è inferiore a un decimo dell'area del bacino, i quali pure comprendono bacini di tipo assai diverso sia come posizione rispetto al fiume, al cui bacino appartengono, sia per la loro superficie.

5. La distribuzione verticale dei laghi dell'Africa, considerando i più importanti, rivela una disseminazione a varie altezze tra il livello del mare e la quota del lago più elevato (Lago Ascianghi, m. 2409); si nota che un sesto dei maggiori laghi africani si trovano al di sotto di 200 metri, ivi compreso anche il Lago Birket Qarun, posto a m. 44 sotto il livello del mare.

Coll'aumentare dell'altezza il numero decresce, sì che tra i 400 e i 1200 metri si trovano sette bacini lacustri. Più ricca è la fascia tra 1400 e 2200 metri, fatto da porre in relazione con la distribuzione geografica dei laghi e col rilievo dell'Africa.

6. Un particolare interesse offre l'esame della distribuzione dei laghi africani in rapporto al clima e in particolare alle precipitazioni. Benchè le condizioni del clima africano non siano definibili con il dettaglio di quelle dell'Europa, con tutto ciò, sulla base del quadro delle regioni climatiche dell'Africa, si può concludere quanto segue.

La zona nord-africana a piogge prevalentemente invernali è caratterizzata dall'esistenza di vaste aree lacustri (sciott) a regime intermittente, la

cui fisionomia limnologica non è ben conosciuta. Nell'ampia regione desertica del Sahara, a precipitazioni scarsissime (inferiori a mm. 100) si noverano un numero assai ridotto di laghi, che si riducono ad uno solo (Birket Qarun), se si escludono le piccole distese acquее che si trovano in alcune oasi. Nella porzione meridionale del Sahara, ove si passa insensibilmente dal clima desertico a quello definito come clima sudanese a inverno secco, si trova la vasta distesa del Lago Ciad, che tradisce nelle oscillazioni annuali della superficie l'andamento delle precipitazioni in quella regione.

Il maggior numero di bacini lacustri si addensa nella porzione centrale (equatoriale) al contatto tra questa zona e quella australe, particolarmente verso oriente (estremo meridionale delle fosse africane). Questa vasta zona dell'Africa è dominata da varie zone climatiche. A nord in corrispondenza dell'acrocoro etiopico, si ha un clima tropicale di montagna, caratterizzato da un doppio periodo di piogge, mentre più a sud, a cavallo dell'equatore, si estende dalle coste atlantiche a quelle dell'Oceano Indiano una vasta regione caratterizzata da clima caldo-umido con precipitazioni più o meno abbondanti in tutte le stagioni dell'anno. Finalmente la porzione più meridionale è caratterizzata da inverni secchi e estati ricche di precipitazioni.

In sostanza, come già si è accennato, i maggiori laghi africani rivelano una evidente connessione con le zone climatiche, soprattutto quando, oltre a tener conto della loro distribuzione si tenga presente l'estensione del bacino imbrifero. Le regioni a piovosità scarsissima non mancano di bacini lacustri; essi sono però di natura del tutto particolare (intermittenti e generalmente salati), mentre il maggior numero, con prevalenza anche della superficie globale, si addensano nelle zone ove le precipitazioni sono più abbondanti.

Oltre ai legami che la distribuzione dei laghi mostra col clima, merita di esser tenuto presente l'influsso che i grandi bacini lacustri esercitano sulla regione circostante. Certamente il numero delle stazioni di osservazione è ancora scarso per poter individuare con precisione dai dati queste relazioni; con tutto ciò, sia per il Lago Vittoria in particolare che anche per qualche altro bacino in generale, come risulta dalle pubblicazioni del governo egiziano e come ho cercato di metter in evidenza per il Lago Tana, le regioni circostanti i maggiori laghi africani traggono dalle vaste distese d'acqua influssi climatici indiscutibili, che si ripercuotono sull'insediamento umano. L'organizzazione di una più completa rete di osservatori e la elaborazione dei dati registrati permetteranno in futuro di valutare più esattamente l'importanza, sotto quest'aspetto, dei singoli bacini e di individuare quali effettivamente essi siano. Per ora è solo possibile un accenno a questo problema, che investe, da quanto si può presumere, solo i laghi maggiori.

7. Assai interessanti sono i dati della profondità dei laghi africani finora scandagliati. Il valore di questi dati è presumibilmente da considerarsi esatto — anche se il numero degli scandagli effettuato in tali laghi, come risulta dalla tabella II, sia talora assai piccolo (Lago Tanganica) — e tale che nuove misure potranno bensì apportare modificazioni, non così sensibili però da cambiare

sostanzialmente il quadro attuale. I valori della profondità sono molto variabili, tra i m. 1435 del Tanganica e i m. 2,8 del Lago Nakun, poco più che uno stagno. Tuttavia anche in questa gamma così larga può esser distinta una serie di gruppi di *laghi a grande profondità* (Tanganica, Niassa, Kivu, Sciala, Haic); *laghi a profondità media* (Vittoria, Rodolfo, Alberto, Langana, Auasa, dei Morti e Ascianghi) e *laghi a piccola profondità* gli altri. Più significativi sono certamente i valori della profondità media, dai quali si rileva che il maggior numero dei laghi africani, per i quali è possibile calcolare questo valore, appartengono a quella categoria di laghi «a velo d'acqua», individuata dal Dainelli per il Tana, e che dimostrano come l'origine della conca di questi specchi lacustri, indipendentemente dalla grandezza, sia molto spesso da riferirsi a cause molto simili (sbarramento) e soprattutto che il paesaggio morfologico preesistente alla loro formazione non era molto dissimile dall'attuale e che quindi solo cause accidentali hanno di frequente determinato la formazione di tali bacini.

Anche l'esame dei rapporti tra la profondità massima e la media e più ancora tra quella e la radice quadrata della superficie permette alcune interessanti considerazioni. Rispetto al primo si possono distinguere tre gruppi: un primo in cui il valore di questo rapporto oscilla intorno a 0,50, definibile come già ha sostenuto il Magrini, come valore medio, il che significa che vi è un equilibrio tra le aree delle isobate equidistanti di superficie e quelle di profondità. Tipico da questo punto di vista è il Lago Vittoria e alcuni dei laghi minori. Caratteristici sono il Lago Tana e il Lago Birket Qarum per i quali questo valore supera 0,60, il che significa che la profondità media è assai elevata e cioè che le aree delle isobate più profonde sono assai vaste in confronto alla superficie totale. Ciò comporta anche una inclinazione delle sponde piuttosto accentuata e vaste zone profonde, pianeggianti. Un numero abbastanza forte di laghi africani mostra invece un rapporto inferiore al valore medio e tra questi sono caratteristici i laghi Ciad, Edoardo e Alberto, questi ultimi due assai vicini e con probabilità aventi la stessa origine e conformazione morfologica della conca. La conca di questi bacini lacustri mostra un progressivo abbassamento delle aree di profondità forte, ben documentata dai valori calcolati sulla base dei rilievi del Vatova per il Lago Sciala e per lo Zuai.

Più interessanti, e per il loro significato morfometrico e perchè calcolati per quasi tutti i laghi, sono i valori del rapporto tra la massima profondità e la radice quadrata dell'area, in quanto possono dare un'idea anche più precisa della forma generale della conca lacustre. Come ho già avuto occasione di scrivere (1) si possono qui distinguere tre categorie:

laghi a rapporto molto basso: Vittoria, Ciad, Moero, Tana, Margherita, Zuai, Birket Qarun, Onenge, Nakun, Obsontve, Edoardo, Langana, Onange, Abaita, Naivasha, Ogemvè;

laghi a rapporto intermedio: Tanganica, Alberto, dei Morti, Ascianghi;

laghi a rapporto alto: Kivu, Sciala, Auasa, Haic.

(1) MORANDINI G.: *Le caratteristiche morfometriche*, ecc.

Per illustrare convenientemente il significato morfometrico di questo valore occorrerebbe un esame di un maggior numero di conche lacustri e di tipo diverso, ma già da questo incompleto quadro di laghi di diversa origine, risulta una certa corrispondenza tra i laghi a «velo d'acqua» e quelli della prima categoria. Nella seconda e nella terza si inquadrano laghi di tipo assai diverso, nei quali però vi è una maggiore corrispondenza tra la massima profondità e l'area; infine l'alto valore del rapporto caratterizza quei bacini ad elevata profondità relativa all'area, che, come sarà detto, per quanto sommariamente nelle conclusioni di questo rapido esame, costituisce una determinante differenziale anche del quadro fisico-chimico e biologico, cioè dell'aspetto veramente limnologico.

8. Tra gli elementi morfometrici che possono interessare nel tratteggiare le caratteristiche dei laghi ancor uno merita particolare menzione e cioè il perimetro e il rapporto tra esso e l'area totale, dato dallo sviluppo della costa. Quanto al primo si rileva genericamente che col decrescere dell'area, diminuisce anche il perimetro, salvo alcune eccezioni, tra cui più vistose, quelle dei laghi Kivù, Leopoldo II, Birket Qarun, Onenge e Ogemvè. Ciò significa evidentemente che il criterio seguito nella determinazione di questo carattere è unico e cioè che questi valori derivano da determinazioni eseguite su carte a scala non molto grande e denota, inoltre, per i laghi su menzionati, un'irregolarità dell'andamento della costa che gli altri bacini non tradiscono. Che queste differenze non siano dovute a diverso denominatore della scala, risulta dalla tabella II, in cui sono riportate le scale delle carte dei singoli laghi. Da esse risulta che dei quattro su menzionati solo il Lago Birket Qarun ha una carta al 50.000, mentre per il Lago Leopoldo II la carta è al milionesimo e per gli altri due al 200.000. D'altra parte, eccezione fatta per questo, i laghi sono di tale natura che si spiega ben facilmente l'aumento del valore del perimetro.

D'altra parte richiamandomi ai concetti di macro-e microsinuosità già espressi in altra sede (1), occorre avvertire, che sia nel calcolo del perimetro che in quello dello sviluppo della costa, il valore di questi dati dipende esclusivamente dalla scelta di quale dei due tipi di valore voglia adottarsi. Poichè i rilievi per i laghi africani, anche per i meglio conosciuti, non permettono, nè per i rilievi esistenti nè per la loro natura, il calcolo della microsinuosità, devonsi considerare i valori su riportati come riferentisi al perimetro, quale può esser misurato su carte a scala non molto grande. Così dicasi degli indici calcolati, i quali rappresentano il valore della macrosinuosità. Di conseguenza si possono, nei laghi africani, distinguere due categorie: *laghi a coste molto frastagliate*, il cui contorno supera il doppio della lunghezza della circonferenza del cerchio di pari superficie (indice uguale a 2), rappresentato dai laghi Vittoria, Tanganica, Niassa, Rodolfo, Leopoldo II, Birket Qarun, Onange

(1) TRENER G. B. e MORANDINI G.: *Gli alti laghi alpini della Venezia Tridentina*. Ministero Agricoltura e Foreste (R. Laboratorio di Idrobiologia). Suppl. al «Bollettino pesca, pisc. e idrob.», Num. 10, Roma, 1936.

e Ogemvè; e laghi a contorno meno frastagliato, ai quali sono da ascrivere tutti gli altri, di cui solo il Lago Ascianghi ha forma quasi circolare (indice 1,07). In sostanza però quasi tutti, fatta eccezione il Lago Ascianghi e qualche altro, hanno un perimetro il cui valore è pari almeno a una volta e mezzo quello del cerchio di pari area, il che significa che si allontanano abbastanza dalla forma circolare.

9. Soprattutto i maggiori laghi dell'Africa dimostrano un interesse particolare per l'influenza esercitata sulle associazioni vegetali e sulla distribuzione della fauna, particolarmente di quella acquatica. Le notizie sono piuttosto scarse e saltuarie, disperse nelle opere e nelle relazioni dei viaggiatori, i quali non hanno mancato di soffermarsi, talora, ad illustrare quest'interessante aspetto della biogeografia africana. Non mancano però anche relazioni e studi dedicati particolarmente a questi problemi, tra cui particolarmente notevoli gli studi di Brunelli (1) e il volume pubblicato recentemente dal Worthington (2), nel quale sono riassunte le caratteristiche biogeografiche di alcuni dei grandi laghi; di ciò però sarà fatto cenno nelle conclusioni.

Meritano invece un cenno di illustrazione in primo luogo i rapporti che intercorrono tra la distribuzione dei laghi e la fisionomia biogeografica africana generale. Se si confronta una cartina della vegetazione in Africa (3) risulta che i maggiori laghi africani e il maggior numero di essi, in particolare quelli della zona tettonica africana, sembrano essere circondati da formazioni vegetali dei climi secchi o aridi particolarmente da steppe con alberi e arbusti (in prevalenza acacie) nella regione dei laghi della fossa galla e del Lago Rodolfo. Sul Lago Vittoria si affacciano vari tipi di vegetazione; sulla costa orientale predomina a nord e a nord-est la steppa spinosa con alberi e arbusti che si estende fino al Lago Alberto, proseguendo poi nella savana erbosa delle regioni tropicali; la riva occidentale è dominata essenzialmente da associazioni semidesertiche che si estendono a mezzogiorno a tutta la sponda orientale del Lago Tanganica, mentre quella occidentale è caratterizzata da associazioni semidesertiche miste al bosco dei climi aridi, quadro questo che si ripete anche sulle rive del Lago Niassa. Anche il Lago Ciad è compreso nella regione steppica e orlato, per le particolari oscillazioni di livello a cui è soggetto, da vegetazione paludosa. Scarsi sono i laghi veri e propri nella regione della foresta equatoriale ricca di paludi e di stagni, che esulano da questo elenco dei laghi. In sostanza quindi i rapporti tra la distribuzione dei laghi e l'aspetto fitogeografico si riconnette necessariamente ai rapporti tra i laghi e il clima.

(1) BRUNELLI G.: *Considerazioni biogeografiche sulle caratteristiche dei maggiori laghi etiopici*. Rend. R. Accademia dei Lincei, Roma, 1939; ID. e CANNICCI G.: *Ricerche sul plancton e sulle caratteristiche biolimmologiche del Lago Margherita*, in «Esplorazione dei laghi della fossa galla», a cura del Ministero A. I., Roma, 1941.

(2) WORTHINGTON E. B.: *Scientific results of the Cambridge Expedition to the East African Lakes*. J. Linn. Soc., vol. 38; ID.: *Inland Waters of Africa*. London, 1933.

(3) JÄGER F.: *Afrika*, III Aufl., Leipzig, 1928.

Intimamente connessa con la distribuzione della flora è quella della fauna, la quale, facendo astrazione per il momento dalle caratteristiche biogeografiche della fauna acquatica, non presenta che rapporti assai indiretti, sui quali non mi soffermo, rimandando alle conclusioni l'esame dei caratteri biologici di alcuni laghi in rapporto alle caratteristiche fisico-chimiche delle loro acque.

10. L'importanza dei grandi bacini lacustri rispetto all'insediamento umano è fatto certamente troppo noto e tale da non richiedere che su di esso debba esser richiamata l'attenzione dello studioso. Il fenomeno si presenta certamente assai cospicuo per taluni laghi dell'Europa, frequentemente senza mostrare una stretta connessione con l'area dei laghi. Per l'Africa le conoscenze sulla distribuzione della popolazione non sono così dettagliate da permettere di individuare con chiarezza l'importanza antropogeografica dei laghi. La storia dell'esplorazione africana rivela che notizie, seppur vaghe ed incerte, risalgono assai addietro nel tempo, ma occorre giungere al periodo più fiorente e più glorioso nelle vicende delle esplorazioni africane per trovare accenni, seppure in parte frammentari, sui laghi africani ed in particolar modo riferentisi all'importanza di essi nei confronti dell'uomo. Solo dopo la prima fase dell'esplorazione dell'Africa si sono iniziati quegli studi di dettaglio su singole regioni dell'Africa, che hanno portato ad una illustrazione scientifica più o meno completa: risultato di questa fase è la conoscenza particolare e più dettagliata di taluni problemi, come quelli idrologici dei grandi laghi posti alle sorgenti del Nilo Bianco e del Nilo Azzurro o di altri bacini interessanti dal punto di vista limnologico. È però solo di quest'ultimo decennio lo studio di problemi più squisitamente limnologici di alcuni bacini lacustri come il Tana, il Kivu, i laghi della fossa galla, ecc.; in particolare deve si notare che la spedizione organizzata dall'Accademia d'Italia, è la prima spedizione effettuata per lo studio totalitario del bacino idrografico di un grande lago africano. Merito questo non piccolo dell'Italia, della patria di Bottego, il cui nome figura tra quelli di altri grandi che hanno, nell'epoca eroica dell'esplorazione africana, legato il loro nome alla scoperta dei maggiori bacini lacustri di questo continente.

La scoperta e lo studio delle condizioni dei laghi africani, se da un lato ha portato a riconoscere l'importanza dei bacini lacustri nei riguardi della popolazione indigena, ha anche aperto la via alla colonizzazione bianca, rispetto alla quale alcuni laghi hanno un particolare significato. L'esame dell'insediamento umano attuale dell'Africa ci permette di trarre alcune considerazioni.

Ove si osservi una cartina della distribuzione della popolazione dell'Africa si possono distinguere varie zone di maggiore o minore densità, che mostrano come in linea di massima le regioni, ove sono situati i grandi laghi, corrispondono generalmente a quelle a insediamento mediocrementemente denso, in quanto i distretti dell'Africa mediterranea e quelli della porzione australe, i più densamente popolati, sono poveri di laghi. Ciò non permette di trarre

la conclusione che vi sia una stretta connessione tra l'esistenza dei laghi e l'insediamento umano, giacchè si sa invece che le stesse condizioni (idrografiche, climatiche, ecc.) che, insieme alla natura del suolo, determinano l'esistenza degli specchi lacustri, sono alla lor volta anche le cause determinanti dell'insediamento umano. Così le zone del Lago Ciad, del Lago Tana, della fossa galla, dei grandi laghi posti nella porzione centrale della linea di fratture africane, corrispondono ad aree in cui l'insediamento degli indigeni è abbastanza notevole.

La mancanza, come già si è detto, di statistiche e di censimenti, impedisce un esame di dettaglio della forza di attrazione che questi grandi bacini lacustri esercitano sulle popolazioni indigene, anche se si debba avvertire subito che frequentemente la presenza della malaria è elemento che concorre a rendere le sponde dei laghi meno fittamente abitate di quanto dovrebbero esserlo in virtù dei vantaggi che dai laghi possono esser tratti.

Tuttavia per alcuni bacini lacustri si hanno elementi di valutazione particolari che conviene ricordare. Così anzitutto le rive del Lago Vittoria anche prima che la colonizzazione dei bianchi concorresse a porne in valore le vaste regioni circumlacuali, gli indigeni si erano abbastanza fittamente addensati in numerosi villaggi, i cui abitanti sono abili sfruttatori delle riserve ittiche e capaci marinai, dediti al commercio tra le zone rivierasche. Altrettanto può dirsi del Lago Margherita, il maggiore tra quelli della fossa galla, solcato con vera abilità dalle genti indigene su fragili imbarcazioni dalla caratteristica prua rialzata e quasi prive di poppa, con cui oltre ad un notevole complesso di scambi, si esercita anche la pesca che dà un notevole contributo all'alimentazione. Non solo, ma, a quanto riferisce il Parenzan (1) che ha partecipato, quale ittiologo e tecnico per la pesca alla Missione ittiologica inviata dall'Italia, una parte del pescato viene seccato, seppure con mezzi alquanto semplici, e costituisce materia di commercio tra queste popolazioni e quelle limitrofe.

E ancor meglio conosciute sono le condizioni dell'insediamento umano sul Lago Tana. Già viaggiatori precedenti dallo Stecker al Rava, dal Piaggia al Cheesmann, si erano soffermati a mettere in evidenza il notevole numero di villaggi, e spesso di non lieve importanza, stanziati sulle sponde. In base ai risultati della recente spedizione (2) essi sono ben conosciuti, non solo nel numero e nella loro entità, ma anche nella loro struttura economica, che ha rivelato l'esistenza, accanto alle popolazioni agricole e allevatrici, di una categoria ben definita di pescatori e di marinai. I pescatori valendosi delle caratteristiche imbarcazioni costruite di papiri, le *tanque*, battono le zone rivierasche

(1) PARENZAN P.: *Notizie biologiche e sulla pescosità del Lago Margherita*, in « Esplorazione dei laghi della fossa galla », a cura del Ministero A. I., Roma, 1941.

(2) R. ACCADEMIA D'ITALIA - CENTRO STUDI A. O. I.: *Missione di studi al L. Tana*. Vol. I. *Relazioni preliminari*. Roma 1938; Vol. II. V. L. GROTANELLI: *Ricerche geografiche ed economiche sulle popolazioni*, Roma, 1939.

esercitando la loro arte non solo con l'impiego di una rudimentale fiocina, ma anche con *mestieri* più perfezionati, quali reti e nasse. E l'uso del pesce nella alimentazione è assai frequente, non solo, ma le specie di maggior mole e pregio sono a queste popolazioni ben note come dimostrano i vari termini specifici con cui esse sono indicate.

Accanto ai pescatori, come su altri grandi laghi africani, non mancano sul Tana i marinai, dediti al trasporto di uomini e di mercanzie, e non privi di conoscenze utili a facilitare la navigazione, come quelle relative al regime delle correnti. Si sono così stabilite delle vere e proprie correnti di traffico che presuppongono l'esistenza di una flottiglia di imbarcazioni atte al trasporto (*tan-que* di maggior mole e portata) e quella di veri villaggi con porti come Zeghiè, Conselà, Quorata, ecc.

L'influsso dei laghi si rende ancor più evidente, ove si considerino le condizioni in rapporto alla penetrazione delle genti bianche. La regione dei grandi laghi della fossa africana, anche se non troppo favorevole, per le condizioni climatiche, insieme all'altitudine, all'insediamento umano è però una regione agricola particolarmente fertile e adatta a colture i cui prodotti trovano larga richiesta sui mercati europei. Di qui la conseguente immigrazione di bianchi e la necessità di organizzare quei territori con l'impiego della mano d'opera degli indigeni e con la formazione di centri nei quali i bianchi sono più o meno numerosi e il cui sviluppo è caratterizzato dalla mentalità propria del bianco, alla quale certo non è rimasta estranea l'attrazione esercitata dalle vaste distese acquее dei grandi laghi, benefici mitigatori del clima e di regime facilmente regolabile. Il fatto si è verificato ormai da vari decenni sulle rive specialmente orientali del Lago Vittoria e più recentemente su quelle occidentali del Lago Kivu, ove il governo del Congo Belga è riuscito a creare un buon numero di fiorenti fattorie agricole.

E insieme con lo sviluppo agricolo di quei territori e con l'insediamento del bianco le sponde dei laghi hanno visto la trasformazione radicale di miseri villaggi di capanne in piccole cittadine e il sorgere di nuovi centri determinati dalla costituzione di regolari servizi di navigazione. I laghi Vittoria, Tanganica, Moero, Kivu, ecc., che un tempo erano faticosamente costeggiati da fragili imbarcazioni indigene, di piccola portata e assolutamente insufficienti alle vaste distese acquее, paragonabili a quelle del mare, sono oggi attraversati da regolari linee di navigazione che non solo apportano sensibili vantaggi alle popolazioni rivierasche, ma che sostituiscono mezzi di locomozione più costosi e contribuiscono, anche se per brevi tratti, a sopperire alla ancora non ricca rete stradale.

11. Prima di esporre alcune considerazioni conclusive ad illustrazione generale di questi appunti di limnologia africana mi sembra opportuno esaminare quale contributo arrechino queste conoscenze al « Catalogo dei laghi della Terra » redatto da Halbfass nel 1922 e al successivo aggiornamento, (già citati), soprattutto in rapporto ai vari gruppi da lui stabilito e che comprendono i principali laghi del mondo.

I. *Laghi con area superiore ai kmq. 1000.* — Dei bacini lacustri africani qui esaminati 13 hanno area superiore ai kmq. 1000, (in totale sono 79 i laghi della Terra); tra quelli africani vanno elencate alcune tra le più ampie distese di acqua dolce e vi è da notare che, nonostante il piccolo numero di laghi africani conosciuti i laghi a grandissima area sono relativamente numerosi, (numero che si può considerare stabile per bacini lacustri di superficie così vasta). Le due Americhe ne contano poco più del doppio su oltre 150 laghi conosciuti; la sproporzione aumenta ancor più per l'Asia.

II. *Laghi con profondità superiore a m. 200.* — A questa categoria appartengono in totale 74 laghi dei quali appena 4 appartengono all'Africa; accanto ai laghi Tanganica e Niassa che occupano il 2° e il 4° posto in quest'elenco, solo i laghi Kivu e Sciala possono prender posto tra le conche così profonde. Ed è lecito supporre che anche i laghi Leopoldo II e Tumba debbano esserne esclusi. Il numero è davvero esiguo, se si pensa che l'Italia o la Svizzera, su territori di area infinitamente più piccola, ne possono noverare di più. Ma ciò non deve recar meraviglia ove si rifletta alla struttura dell'Africa in generale e in particolare al carattere della fossa tettonica africana. Anche abbassando il limite di questa categoria a m. 100, il numero dei laghi definibili come profondi, allo stato attuale delle conoscenze, aumenterebbe appena di una unità, rimanendo sempre oltremodo esiguo, per cui sembra possibile poter concludere che i laghi africani, anche se a grande area, hanno, in genere, profondità assai ridotte, potendosi così ancora una volta concludere quanto già è stato detto sulla origine delle conche lacustri.

III. *Laghi con profondità media di almeno m. 100.* — Tra questi si novevano appena 47 laghi su tutta la Terra e in Africa due soli possono esser ascritti a questa categoria. In realtà anche il Tanganica, del quale però per lo scarso numero degli scandagli in esso effettuati non è stato calcolato nemmeno con approssimazione, il volume, va certamente ascritto a questo gruppo. Con questo i laghi a forte profondità media in Africa sono appena 3. E anche quelli che superano come profondità media i m. 50 sono in totale, compresi i tre di cui si è parlato, 4, numero sempre eccezionalmente basso, superato da quello dei laghi italiani (Como, Garda, Lugano e Iseo) e pari a quello della Svizzera.

IV. *Laghi con volume di almeno kmc. 25.* — Come risulta dalla tabella II dei 29 laghi africani ivi elencati solo per 18 si conosce il volume. Di questi, 6 vanno ascritti a questa categoria, che comprende 39 laghi per tutta la Terra. Ai 6 sovra menzionati possono aggiungersi però alcuni altri bacini lacustri come il Tanganica, Rodolfo, Leopoldo II e forse anche il Tumba, arrivando così a 13 laghi, cioè a poco meno della metà dei laghi africani che raggiungono il volume di kmc. 25. Ciò è dovuto al fatto che generalmente essi, pur avendo piccola profondità, sono però di grande superficie.

V. *Criptodepressioni di almeno m. 100.* — Il numero complessivo di queste conche non è molto forte (41 in tutto); in Africa appena 2 laghi appartengono a questa categoria. La struttura geotettonica, alla quale si è accennato, dà spiegazioni sufficienti su questo fatto, perchè occorra insistere. Del resto riguardando l'elenco dell' Halbfass si nota facilmente come le conche fortemente depresse rispetto al livello del mare siano caratteristiche delle regioni maggiormente interessate dai poderosi piegamenti della crosta terrestre.

VI. *Laghi con perimetro di almeno km. 500.* — Già si è fatto cenno al significato di questi valori; si possono noverare in totale 43 laghi aventi un perimetro superiore a km. 500 e di questi 7 sono in Africa. Il numero è piuttosto piccolo in linea assoluta, ma non è tale se si raffronta con lo scarso numero totale dei laghi africani. Anche dello sviluppo della costa già si è detto e si vede dalla tabella II che nessuno dei laghi africani ha un indice di sinuosità pari a 5. Ciò soprattutto per il criterio col quale questi indici sono stati calcolati, non tenendo conto di tutte le minime anfrattuosità della costa. È da ritenersi come quasi sicuro che ove questo indice fosse calcolato sulla base di una carta a grande scala essi andrebbero del tutto riveduti.

12. Da quanto finora si è esposto e, soprattutto, dagli studi effettuati in questi ultimi anni si possono trarre alcune considerazioni definibili come limnologiche (1).

Nel tratteggiare queste conclusioni non è possibile che soffermarsi a considerare quegli alcuni bacini, dei quali o per opera di singoli studiosi in collaborazione, o per merito di ricercatori isolati, o infine dall'accostamento di indagini eseguite anche a distanza di tempo con intendimenti e indirizzi diversi, risulta però un quadro unitario della fisionomia lacustre.

I. *I caratteri geomorfologici.* — Da quanto sinora è stato esposto e da quanto si può desumere dalle conoscenze sui laghi africani tra essi predominano i laghi di area piuttosto vasta (2), nei quali la zona *costiera* e quella *pelagica* si presentano nettamente contraddistinte sia per le loro caratteristiche fisico-chimiche che per quelle biologiche. I laghi africani, data la loro posizione, possono esser considerati tutti come laghi equatoriali (uno solo è situato nella zona temperata settentrionale a poca distanza però dal tropico); l'altezza alla quale sono disseminati non è tale da portare una sensibile variazione. Per quanto situati, dal punto di vista climatico, in zone a caratteri diversissimi, non è il fattore latitudine quello che determina le variazioni maggiori.

(1) La limnologia è oggi una scienza ben definita che si differenzia dallo studio geografico fisico o chimico o biologico dei laghi, in quanto, prendendo appunto dalle discipline geografiche, fisiche, chimiche e biologiche, metodi e sistemi, costituisce uno speciale ramo del sapere che ha per oggetto l'unità « lago ».

(2) L'esplorazione più approfondita dell'Africa arricchirà l'incompleto catasto che si è potuto compilare per questi appunti.

Rispetto poi all'origine e al tipo della conca lacustre, cioè alle condizioni morfologiche, si hanno nette differenze, già accennate, le quali insieme con altri caratteri (esempio: la vegetazione) determinano nei laghi africani un quadro di vita del tutto particolare. Ma oltre alle condizioni generali della conca lacustre, dovute sia agli agenti attuali che alle forze che hanno operato in tempi geologici, occorre tener conto per tracciare il quadro limnologico, di quelle minime differenze che solo possono risultare da studi intesi a dare un quadro completo del lago. Basti infatti considerare la profonda diversità di aspetto di due laghi, il cui ravvicinamento sembra logico e perfettamente intuitivo. Il Lago Tana e il Lago Margherita sembrano essere molto simili: effettivamente sono profondamente diversi e ciò appare non solo dallo studio biologico, ma anche da dettagli del tipo di costa. Il primo è infatti un bacino a coste frequentemente ripide e sassose, sì da apparire quasi artificialmente « banchinate », mentre nell'altro si trovano frequentemente nella zona di gronda associazioni forestali a *Herminiera* che determinano un ben diverso quadro limnologico (1).

E non occorre certamente insistere sulle differenze nettissime che in questi laghi apportano le oscillazioni di livello. I dati che si hanno in proposito sono assai scarsi e saltuari, tuttavia anche la sola considerazione delle notevoli variazioni di portata all'uscita del Lago Vittoria (Cascade di Ripon) e a quella del Tana (rapide di Chara-Chara) (2), nei cui pressi sono state per periodi sufficientemente estesi misurate le altezze idrometriche, consente di dedurre le notevoli oscillazioni del livello lacustre, ascendenti a qualche metro, e quindi valutarne l'importanza di fronte alle condizioni fisico-chimiche, biologiche e umane.

II. *I caratteri fisici.* — Ove poi si voglia valutare l'importanza di questi caratteri geografici dei laghi africani è opportuno soffermarsi per un momento a considerare il quadro di talune condizioni fisiche e in particolare della temperatura, per la quale si hanno, seppure ancora scarsi, sufficienti elementi. Effettivamente di pochissimi laghi africani conosciamo il regime termico e inoltre le condizioni di altri caratteri fisici di capitale importanza per il limnologo, quali la penetrazione delle radiazioni solari ci sono addirittura sconosciute.

Termicamente i laghi africani debbono esser ascritti tutti al gruppo dei laghi a regime termico tropicale, stabilito dal Forel; effettivamente però anche in questa vasta categoria che comprende bacini di tipo assai diverso e di localizzazione svariatissima, si possono differenziare, sulla base dei risultati finora acquisiti, due tipi essenzialmente distinti. Il primo è rappresentato dai laghi a regime *termico equatoriale*, come il Tana e il Margherita, la cui caratteristica predominante è costituita dal mancato differenziamento tra epi-, meta- e

(1) BRUNELLI, op. cit.

(2) HURST E. H. and PHILLIPS P., op. cit.

ipolimnio e dalla presenza di uno strato di salto giornaliero transitorio (1), determinato dalle condizioni di insolazione e ad esse subordinato. Tipo di regime termico, questo, caratteristico non solo di alcuni laghi africani, ma, come risulta dai dati raccolti dai limnologi tedeschi (Thienemann, Ruttner), è esteso anche a taluni laghi dell'Insulindia (2). La caratteristica peculiare dei laghi aventi regime termico siffatto è data principalmente dalle variazioni termiche in tutta la massa lacustre, giacchè sotto l'influsso dell'azione solare durante il dì si può stabilire l'esistenza di una stratificazione termica che nel periodo notturno scompare.

Il secondo tipo di regime termico è quello dei laghi aventi una stratificazione termica più complessa. Ci riferiamo per tratteggiare il regime termico di questi laghi ai risultati delle ricerche del Damas (3) al Lago Kivu, assai complete e alle serie termiche effettuate dal Vatova al Lago Sciala (4). Il quadro termico del Lago Kivu permetterebbe di riassumere le condizioni nel modo seguente: fino a m. 70 di profondità la temperatura decresce, mentre a profondità maggiori tende a rivelare un leggero aumento; nello strato da m. 0 a m. 70 si notano i tre strati di epi-, meta- (strato di salto) e ipolimnio e lo strato di salto è localizzato ad una profondità di m. 25 e, mentre nella stagione umida è ben evidente, in quella secca si attenua fortemente; l'epilimnio rivela oscillazioni termiche giornaliere sensibili, tanto che nella stagione secca si ha quasi una omotermia di tutto lo strato fino a m. 70 con differenze abbastanza sensibili in superficie tra il dì e la notte; nello strato sottostante ai m. 70 è stato pure messo in evidenza uno strato di salto, irregolare, al di sotto del quale si stabilizza la temperatura intorno a valori piuttosto elevati (25°-26°) dovuti forse a riscaldamento delle pareti della conca lacustre (azione del vulcanismo?). Nel Lago Sciala siffatte complicazioni non sono state osservate. Vi è certamente una differenziazione in epi-, meta- e ipolimnio con lo strato di salto localizzato tra 25 e 50, al di sotto dei quali la temperatura si stabilizza.

In sostanza quindi, sulla base dei dati raccolti, si possono certamente distinguere due tipi di regime termico nei laghi africani: al primo, quello equatoriale, si possono ascrivere tutti i laghi a vasta superficie e piccola profondità ai quali oltre il Tana e il Margherita controllati, vi appartengono con probabilità i laghi Ciad, Moero, Ruspoli, Zuai, Birket Qarun (5); al secondo, quello tropicale classico, appartengono probabilmente oltre allo Sciala e Kivu, i laghi

(1) R. ACCADEMIA D'ITALIA: *Missione di studio al Lago Tana*; G. MORANDINI: *Le caratteristiche geografico-fisiche del Lago Tana*, vol. III, parte I. Roma, 1940.

(2) THIENEMANN A.: *Thopische Binnengewässer. Limnologische Forschungsreise nach Java, Sumatra u. Bali*. «Arch. Hydrob.», VII. Stuttgart, 1930.

(3) DAMAS H.: *Exploration du Parc National Albert. Mission H. Damas (1935-36). Recherches hydrobiologiques dans les Lacs Kivu, Edouard et Ndalaga*. Bruxelles, 1937.

(4) MORANDINI G.: *Osservazioni sulla temperatura dei laghi della fossa galla (Africa Orientale)*, 1946.

(5) Non comprendo i laghi Onange, Ogemvè, ecc.

Tanganica, Niassa, Edoardo, Haic, Langana, Vittoria e forse altri. Le previsioni sono però alquanto azzardate e solo ricerche dirette potranno permettere di stabilire con maggiore sicurezza le loro condizioni.

III. *I caratteri chimici.* — Come è stato detto dal Maldura (1) le conoscenze attuali sulla chimica dei laghi africani sono piuttosto scarse e le analisi più interessanti di Newmann, riportate da Cooper (2), nonché quelle medie del Clarke danno semplicemente delle indicazioni, anche se estese a vari laghi della porzione centrale della fossa africana. Aggiungendo a queste i risultati delle spedizioni al Tana, ai laghi della fossa galla e a quelli del Congo Belga si ha un complesso di dati che permettono di dare solo delle indicazioni di dettaglio e non un quadro complessivo. Si rimanda al lavoro del Bini (3) e alle indicazioni del Maldura (cfr. op. cit.), per quanto riguarda i dati di analisi e qui mi limito ad alcune considerazioni generali.

Uno dei caratteri meglio definiti in tutti i laghi studiati è la distribuzione verticale dell'ossigeno disciolto, il cui quadro complessivo è rilevabile da quanto scrive il Bini.

Il Ruttner inoltre nel suo lavoro, già citato, sui laghi di Sumatra rileva come appaia chiara la dipendenza della distribuzione di ossigeno, dalla condizione di stabilità dei singoli laghi e quindi dell'area, mentre la stratificazione dell'ossigeno è in relazione alla temperatura, ma è indipendente dalla profondità. La scarsezza di ossigeno in profondità dipende, oltre che dalla penetrazione dei raggi che agiscono favorendo l'assimilazione, anche dalla celerità dei processi di ossidazione dovuti alle alte temperature, in modo che anche nei laghi caratteristici per la loro scarsa produzione di sostanza organica la quantità di ossigeno presente nell'ipolimnio viene consumata rapidamente.

Naturalmente a questa fase segue un periodo di compenso, ma è sufficiente un breve periodo di stagnazione per ristabilire le condizioni primitive. Inoltre nei laghi tropicali il Ruttner ha rilevato un netto carattere putrefattivo del fango, concludendo come in essi manchi il tipo oligotrofico.

Anche il Damas nei lavori eseguiti sui laghi Kivu, Edoardo e Ndalaga concorda con le osservazioni del Ruttner. Infatti egli trova nell'epilimnio dei valori di saturazione o soprasaturazione dell'ossigeno dimostranti l'intensità della fotosintesi in quella zona molto illuminata, mentre nell'ipolimnio riscontra dei valori molto variabili per arrivare alla mancanza assoluta di ossigeno a partire da una certa profondità (m. 65 per il Kivu, m. 50 per l'Edoardo). Per il Tana nulla avviene di tutto questo. Non esiste stratificazione d'ossigeno

(1) MALDURA C. M. e LOFFREDO S.: *Risultati generali delle ricerche di chimica limnologica nelle acque dei laghi dell'A. O. I. esplorati dalla Missione ittiologica.* In «Esplorazione dei laghi della fossa galla», a cura del Ministero A. I., Roma, 1941.

(2) COOPER J. O.: *A preliminary investigation of the fresh water Fauna of Abyssinia.* Proc. Zool. Soc., London, 1930.

(3) R. ACCADEMIA D'ITALIA - CENTRO STUDI A. O. I.: *Missione di studio del Lago Tana.* Vol. III. *Ricerche limnologiche.* Parte II. *Chimica e biologia;* BINI G. *Ricerche chimiche sulle acque del Lago Tana,* Roma 1940.

come del resto non esiste strato di salto per la temperatura. Si nota in generale verso il fondo un lieve abbassamento dei valori dell'ossigeno probabilmente da attribuire ad un lievissimo fenomeno di catarsi del fondo del lago, poichè non si può certo parlare di putrefazione organica vera e propria. In una sola stazione si è rilevato un notevole abbassamento del valore dell'ossigeno in prossimità del fondo che è poi il valore minimo osservato per il Lago Tana (cc. 2,714 o mgr. 4,05 per litro). Questo abbassamento però coincide con un riscaldamento dello strato d'acqua e dei fanghi del fondo. Nelle stazioni del centro lago, viceversa, si è notato un lieve aumento della quantità di ossigeno del fondo. Inoltre è notevole che il fatto avvenga in vicinanza allo sbocco nel lago del maggior immissario, il Piccolo Abbai, che immette le sue acque più calde nel lago facendole scorrere come un velo sulla superficie del lago, determinando così probabilmente moti convettivi a cui deve attribuirsi questo fenomeno.

Riassumendo, i valori trovati per l'ossigeno sono quasi sempre molto vicini a quelli previsti per la saturazione e dal loro insieme e dai corrispondenti valori della temperatura dobbiamo ricavare la deduzione che il Lago Tana sia un tipico lago oligotrofico a differenza di ciò che è stato trovato per gli altri laghi tropicali. Le leggere variazioni nel contenuto di ossigeno sono quindi da attribuirsi esclusivamente a fattori fisici e meteorologici. La notevole ampiezza del bacino del Tana in relazione alla piccolissima profondità ci fa dunque apparire questo lago come un velo d'acqua di grande omogeneità chimica nel quale non è possibile parlare di strati di salto e dove quindi non è possibile riscontrare le zone di epilimnio e ipolimnio.

A ciò si aggiungano le conclusioni a cui il Maldura è pervenuto per il Lago Margherita sulla base delle osservazioni compiute dal Vatova. Mentre i valori superficiali dell'ossigeno si mantengono abbastanza normali, in relazione, s'intende, alle pressioni parziali di questo gas alle quote dei singoli laghi, in profondità essi tendono generalmente ad una rapida e notevole caduta che rivela l'esistenza di processi riduttivi dovuti alla putrefazione delle sostanze organiche, cosa del resto confermata dalla presenza di acido solfidrico, notata dal Vatova nei fondi di alcuni laghi (Sciala e Abaita). Nel Margherita invece i valori dell'ossigeno si mantengono in profondità piuttosto costanti o, per meglio dire, piuttosto normali rispetto alle variazioni di temperatura; ciò farebbe supporre una certa relazione con i fenomeni di fotosintesi della ricca vegetazione coronale e dell'abbondante presenza di fitoplancton (fioritura di *Myrocistis*), di cui danno notizia Brunelli e Cannicci (op. cit.).

Assai interessanti per una eventuale differenziazione, basata sui caratteri chimici delle acque dei laghi africani sono le considerazioni alle quali è giunto il Maldura in base all'analisi del residuo salino di campioni medi dei laghi della fossa galla, dai quali risulta che vi è una netta differenza tra il tasso salino dei laghi Sciala e Abaita in confronto agli altri, tanto che quelli possono essere considerati come laghi salati. Date le connessioni idrografiche fra i laghi della fossa galla, le cause di tale arricchimento sono chiaramente esposte nelle conclusioni del Maldura, il quale riconoscendo essere naturale che il contenuto

salino delle acque dei laghi sia legato alla natura dei terreni del bacino, alle eventuali sorgenti di acque più o meno salate, all'evaporazione, ecc., ritiene però che non si possa escludere un'altra probabile causa che abbia concorso ad elevare il tasso salino dello Sciala, precisamente il tempo; ed a ciò si è condotti da alcune condizioni di identità che si possono notare tra il gruppo lacustre dello Sciala e quello del Margherita. Premesso che tutta la fossa galla ha la medesima natura vulcanica dei terreni, è noto che le aree dei bacini imbrikeri dei due gruppi di laghi sono pressochè uguali (kmq. 16.120 per il gruppo Sciala e kmq. 19.170 per il Margherita, secondo i dati del Visentini), ed è noto anche che una notevole porzione della rete idrografica dei due gruppi raccoglie le acque provenienti dalla stessa catena montuosa del Guraghè, sia pure da versanti diversi, per cui si potrebbe dedurre che gli apporti salini dei tributari ai due gruppi lacustri dovrebbero essere analoghi sia quantitativamente che qualitativamente.

Anche gli effetti dell'evaporazione, trattandosi della stessa regione, dovrebbero essere uguali, o, caso mai, maggiori nel Margherita data la sua conformazione morfometrica.

Inoltre la presenza di sorgenti termali lungo le rive del Langana e dello Sciala non è una ragione per sè stessa sufficiente per spiegare l'alta salinità di quest'ultimo, in quanto anche presso il Margherita esistono importantissime manifestazioni di tale natura; perciò si può ritenere che l'alto contenuto salino dello Sciala potrebbe con più probabilità dipendere dall'accumulo di sali in soluzione operato attraverso un più lungo periodo di tempo, il che farebbe anche supporre che questo lago, come confermerebbe la sua eccezionale profondità rispetto a tutti gli altri della fossa galla, debba essere di formazione più antica. Ed infine l'analogia chimica delle acque dello Sciala, dell'Abaita e del Langana dimostrerebbe che forse in passato i tre laghi dovevano formare un unico bacino, e ciò potrebbe essersi verificato anche per gli altri laghi della fossa galla — per esempio Lago Margherita e Ruspoli — come indicano le analogie riscontrate nell'ittiofauna (BRUNELLI).

La presenza del fosforo è intimamente connessa con il contenuto planetonico (Atkins e Harris, 1924), ma, come ha sostenuto il Ruttner (1), il fosforo può anche provenire da fosfati portati in soluzione da sorgenti e immissari e presentare notevoli variazioni tra la superficie e il fondo. D'altra parte anche il Damas nell'opera citata ha rilevato queste forti oscillazioni nel contenuto in fosforo e una netta stratificazione dei valori, mentre nel Lago Tana ciò non si verifica e, data la natura dei terreni è lecito supporre che il quantitativo di fosforo solubile sia prevalentemente di origine inorganica per quanto la struttura geologica del bacino del Tana non lasci presupporre un tale risultato, essendo il fosforo legato quasi esclusivamente alle apatiti dei basalti praticamente quasi insolubili. In ogni modo questa sua presenza in quantità relativamente alta può apparire come un fattore limitante la produzione di fitoplancton.

(1) TRIENEMANN A.: *Tropische Binnengewässer*, op. cit.

In conclusione deve si quindi ritenere che dal punto di vista chimico non solo si presenta una netta differenziazione tra i laghi africani a grande profondità e quelli poco profondi, per cui a categorie ben diverse appartengono i laghi Kivu e Sciala (sotto certi aspetti) nei confronti del Tana e del Margherita; ma anche tra bacini lacustri, che per la conformazione della conca lacustre e per le condizioni della temperatura possono essere ravvicinati, si notano invece sensibili differenze per l'aspetto chimico-biologico, sicchè il primo va aseritto ai laghi di tipo oligotrofico, fatto tanto più rimarchevole in quanto finora generalmente i laghi tropicali erano considerati eutrofici.

V. *I caratteri biologici.* — Un esame dettagliato delle condizioni biologiche presupporrebbe un'analisi di dettaglio dei risultati conseguiti da vari autori, esame che del resto è già stato fatto dal Worthington in un suo volume (1) e i problemi che possono essere impostati dal lato biologico sono assai vari e sono stati riassunti più recentemente dal Brunelli, il quale ha dato un quadro molto chiaro di quelle connessioni biogeografiche che la distribuzione della flora e della fauna può suggerire. Ma oltre a queste considerazioni di carattere generale e che pongono in evidenza i rapporti che i biologi coloniali, tra i quali il Zavattari, hanno cercato di mettere in evidenza dallo studio e dalla distribuzione degli organismi terrestri, i risultati conseguiti nelle ricerche sul tipo e la distribuzione delle popolazioni lacustri (limnobi) permettono di stabilire una netta differenziazione di tipi nei laghi africani. Si è già rilevato a proposito della discussione sui caratteri chimici che fino a qualche anno fa i laghi tropicali ed equatoriali erano aseritti ai laghi eutrofici, estendendo così anche a quelle regioni della Terra criteri e concetti applicati ai laghi della zona temperata e in particolar modo dell'Europa. È ben vero, come sostiene in particolare il Thienemann, che questa classificazione squisitamente *limnologica* è stata applicata anche ai laghi delle isole di Sumatra, Giava e Bali, col risultato di tratteggiare i caratteri di tipi di laghi che si inquadrano nelle linee generali della classificazione stabilita. È però ugualmente accertato che, ove intervengano particolari condizioni, come ad esempio un totale isolamento, quale si verifica per il Lago Tana, ne conseguono condizioni del tutto diverse, sì che questo bacino, anzichè ai laghi eutrofici può esser aseritto a quelli oligotrofici. E tale oligotrofia non sembra essere legata esclusivamente all'isolamento, ma anche ad altre considerazioni. Si è accennato alla natura particolare delle sponde, che sono frequentemente sassose e costituite da grossi blocchi, mentre in altri laghi si hanno caratteristiche associazioni forestali di gronda, come quella semi-sommersa o paletuviera a *Herminiera* che orla in vasti tratti non solo il Margherita, ma anche numerosi altri laghi africani; e certamente queste associazioni fitogeografiche hanno una certa importanza non solo come determinanti della natura del limnobi, ma anche da un punto di vista generale.

(1) WORTHINGTON E. B.: *Inland waters*, ecc., op. cit.

Ne risulta dal complesso delle conoscenze o in particolare delle ricerche limnologiche di cui fino ad oggi sono stati oggetto i laghi africani che i laghi dell'Etiopia, come del resto anche gli altri laghi africani, non si possono far rientrare nei tipi fissati per i laghi dell'Europa in base solamente all'esame dei caratteri chimici, poichè certi rapporti, validi per i laghi temperati, possono venire modificati dal diverso andamento di alcuni fattori, come, ad esempio, la temperatura; tuttavia riteniamo che i laghi della « fossa galla » devono considerarsi piuttosto eutrofici, nel senso cioè che in essi esistono favorevoli possibilità di vita.

13. Ho cercato di tracciare in queste pagine il quadro limnologico dei laghi africani. Esso ci appare certamente incompleto e rivela delle zone d'ombra sulle quali si riflette la luce indiretta delle più o meno possibili induzioni. Con tutto ciò appare evidente che un vasto campo di lavoro è ancora aperto e attende l'arrivo di chi, con sacrificio talora non lieve, voglia raccogliere gli elementi per portare nuove conoscenze alla limnologia africana. E non solo si tratta di organizzare le ricerche spaziali, cioè di conoscere relativamente a un dato momento la fisionomia di un maggior numero di laghi, ma ancor più di sottoporre i laghi ad uno stretto controllo scientifico per lunghi periodi, almeno di un anno, in modo da conseguire quei risultati che soli possono permettere alla moderna limnologia teorica e applicata di tratteggiare i caratteri scientifici e di indicare le vie per una loro valorizzazione pratica.

TABELLA I.

NOME	Latitudine	Longitudine	Bacino imbrifero	Tipo del lago	Altezza s. l. m. m.	Area kmq.
Abaita	7° 36' - 7° 44' N	36° 30' - 36° 41' E	Senza emiss.	Sbarramento	1.573	205
Alberto	1° 7' - 2° 25' N	30° 30' - 31° 20' E	Nilo	Tettonico (?)	618	4.204
Anenge	1° S	10° E	Oguè	Fluviale	0	220 ?
Ascianghi	12° 34' 40'' N	39° 39' 45'' E	Senza emiss.	Altipiano	2.409	15
Auasa	6° 57' - 7° 03' N	38° 24' - 38° 32' E	Senza emiss.	Sbarramento	1.708	130
Birket Qarum	25° 54' N	30° 09' E	Senza emiss.	Relitto (?)	- 44	310
Ciad	12° 25' - 13° 50' N	13° 40' - 15° 25' E	Senza emiss.	—	295	16.500
Edoardo	0° 5' - 0° 45' S	29° 20' - 29° 55' E	Nilo	Tettonico (?)	912	2.250
degli Elefanti	6° 20'	—	Senza emiss.	Vulcanico	300	4,53
Epocha (grande)	6° 30'	—	—	—	1.870	0,29
Epocha (piccolo)	6° 30'	—	—	—	2.052	0,06
George	0°	30° 10' E	Nilo	—	920	300 (ca)
Haic	11° 15' 20'' N	39° 57' 20'' E	Uonz-Millé	Altipiano	2.080	23,2
Kioga e paludi	1° 30'	33°	Nilo	—	1.030	7.500
Kiwu	1° 34' - 2° 30' S	28° 50' - 29° 23' E	Congo	Tettonico	1.460	23
Langana	7° 32' - 7° 43' N	36° 40' - 36° 49' E	Burburi	Sbarramento	1585	230
Lambuhie	6° 10'	—	Senza emiss.	Vulcanico	2.052	0,37
Leopoldo II	1° 20' - 2° 30' S	18° 05' - 18° 45' E	Congo	Sbarramento	340	2.325
Margherita	6° - 6° 37' N	37° 41' - 38° 07' E	Ualo	Sbarramento	1.285	1.160
Mauve	6° 10'	—	Senza emiss.	Vulcanico	2.197	3,13
Moero	3° 25' - 4° 25' S	28° 15' - 29° 05' E	Congo	—	972	4.920 (80 is.)
dei Morti	3° 50' S	36° E	Senza emiss.	Tettonico	215	15
Nakun	0° 20'	—	—	—	1.761	58
Ndū (grande)	6° 40'	—	Senza emiss.	—	1.075	3,70
Naivasha	0° 50' S	36° 20' E	Senza emiss.	—	1.890	182
Niassa	9° 30' - 14° 48' S	34° - 35° 20' E	Zambesi	Tettonico	464	30.800
Obsontve	1° S	10° E	Oguè	Fluviale	0	50 ?
Ogémve	1° S	10° E	Oguè	Fluviale	0	80 ?
Onangè	1° S	10° E	Oguè	Fluviale	0	240 ?
Richard	6° 10'	—	Senza emiss.	Vulcanico	110	3,30
Rodolfo	2° 30' - 4° 30' N	35° 45' - 36° 45' E	Senza emiss.	Tettonico (?)	472	8.400
Ruspoli	5° 42' - 5° 49' N	37° 32' - 37° 46' E	Senza emiss.	Sbarramento	1.283	551
Sciàla	7° 21' - 7° 35' N	38° 24' - 38° 39' E	Senza emiss.	Tettonico	1.567	410
Soden	6° 30' N	—	Senza emiss.	Vulcanico	460	1,33
Stefania	5° N	—	Senza emiss.	?	582	790 ?
Tana	11° 37' - 12° 20' N	37° 03' - 37° 40' E	Nilo Azzurro	Sbarramento	1.820	3.156
Tanganica	3° 20' - 8° 43' S	28° 55' - 31° 18' E	Congo	Tettonico	782	31.900
Tumba	0° 30' - 0° 50' S	17° 50' - 18° 05' E	Congo	—	300 ?	1.275
Vittoria	0° 30' N - 3° S	31° 35' - 34° 55' E	Nilo	Tettonico (?)	1.134	68.800 (2.550 is.)
Zuai	7° 05' - 8° 08' N	38° 44' - 38° 55' E	Suc-ne	Sbarramento	1.848	434

NOME DEL LAGO	Latitudine	Longitudine	Bacino imbrifero	Tipo del lago	Altezza s. l. m. m.	Area del lago kmq.	Area del bacino kmq.	R t lag I
Vittoria	0° 30' N - 3° S	31° 55' - 34° 55' E	Nilo	—	1.134	68.800 (2.550 is)	193.000	
Tanganica	3° 20' - 8° 43' S	28° 55' - 21° 18' E	Congo	Tettonico	782	31.900	238.000	
Niassa	9° 30' - 14° 48' S	34° - 35° 20' E	Zambesi	Tettonico	464	30.800	65.000 (ca)	
Ciad	12° 25' - 13° 50' N	13° 40' - 15° 25' E	Senza emiss.	Relitto	295	16.000	1.020.000 (Bludau)	
Rodolfo	2° 30' - 4° 30' N	35° 45' - 36° 45' E	Senza emiss.	Tettonico (?)	1.823	8.600	13.750 235.000 (Bludau)	
Moero	8° 25' - 9° 25' S	28° 15' - 29° 05' E	Congo	—	972	4.920 (80 is)	226.500	
Alberto	1° 17' - 2° 25' N	30° 30' - 31° 20' E	Nilo	Tettonico (?)	618	5.300	54.000	
Tana	11° 37' - 12° 20' N	37° 03' - 37° 40' E	Nilo Azzurro	Sbarramento	1.820	3.156	16.500	
Kivu	1° 34' - 2° 30' S	28° 50' - 29° 23' E	Congo	Tettonico	1.460	2.650	—	
Leopoldo II.	1° 20' - 2° 30' S	18° 05' - 18° 45' E	Congo	Sbarramento	340	2.325	45.100	
Edoardo	0° - 0° 45' S	29° 30' - 30° E	Nilo	Tettonico	914	2.250	14.000	
Tumba	0° 30' - 0° 50' S	17° 50' - 18° 05' E	Congo	Sbarramento	300	1.275	7.900	
Margherita	6° - 6° 37' N	37° 41' - 38° 07' E	Ualo	Sbarramento	1.285	1.160	17.300	
Ruspoli	5° 42' - 5° 49' N	37° 32' - 37° 46' E	Senza emiss.	Sbarramento	1.283	551	2.210	
Zuai	7° 05' - 8° 08' N	38° 44' - 38° 55' E	Sucsuc	Sbarramento	1.848	434	7.025	
Sciála	7° 20' - 7° 35' N	38° 24' - 38° 39' E	Senza emiss.	Tettonico	1.567	410	3.920	
Birket Qarun	29° 35' N	30° 09' E	Senza emiss.	Relitto ?	- 44	310	—	
Onange	1° S	10° E	Oguè	Fluviale ?	0	240	—	
Langana	7° 32' - 7° 43' N	36° 40' - 36° 49' E	Burburi	Sbarramento	1.585	230	1.600	
Anenge	1° S	10° E	Oguè	Fluviale	0	220	—	
Abaita	7° 36' - 7° 44' N	36° 30' - 36° 41' E	Senza emiss.	Sbarramento	1.573	205	1.630	
Naivasha	0° 45' S	36° 20' E	Senza emiss.	—	1.890	182	—	
Auasa	6° 57' - 7° 03' N	38° 24' - 38° 32' E	Senza emiss.	Sbarramento	1.708	130	1.250	
Ogémve	1° S	10° E	Oguè	Fluviale	0	80	—	
Nakun	0° 20'	—	—	—	1.761	58	—	
Obsontve	1° S	10° E	Oguè	Fluviale	0	50	—	
Haic	11° 15' 20'' N	39° 57' 20'' E	Uonz-Millè	Altipiano	2.030	23,2	270	
dei Morti	3° 50' S	—	Senza emiss.	Tettonico (?)	215	15	—	
Ascianghi	12° 34' 40'' N	39° 39' 45'' E	Senza emiss.	Altipiano	2.409	15	67,36	

TABELLA II.

ndità media	Rapporto tra prof. media e mass.	Rapporto tra prof. massima e V superf.	Criptode- pressione	Volume milioni mc.	Peri- metro km.	Sviluppo della costa	Pendenza media della conca	Scandagli			Scala della carta
								Totale	per kmq.	Data	
40	0,51	0,0003	—	2.700	3.440	3,7	—	4.200 (ca)	1 per 16 kmq.	1900-1 1902-06	1:1.000.000
—	—	0,008	653	—	1.900	3,1	—	446	1 per 74 kmq.	1913	1:1.000.000
273	0,39	0,004	242	8.400	1.500	2,1	0,9	370	1 per 80 kmq.	1901	1:1.000.000
1,5	0,14	0,0001	—	24	700	1,56	—	—	—	—	1:500.000
—	—	—	—	—	900	2,8	—	—	—	—	1:200.000
6,5	0,46	0,0002	—	32	410	1,6	0,1	300	1 per 16 kmq.	1911	1:500.000
10	0,23	0,0074	—	43	440	1,7	—	—	—	—	—
8,9	0,63	0,00025	—	25	385	1,95	0,095	348	1 per 3,7 kmq.	1937	1:300.000 (ca)
218,8	0,45	0,0093	—	580	620	3,4	—	202	1 per 13 kmq.	1935-36	1:200.000
—	—	—	—	—	500	2,93	—	—	—	1892 e 97	1:1.000.000
25	0,21	0,00249	—	25	240	1,4	—	62	1 per 36 kmq.	1935-36	1:100.000
—	—	—	—	—	220	1,74	—	—	—	1892 e 97	1:1.000.000
7,06	0,54	0,0003	—	8,2	225	1,98	—	92	1 per 12,5 kmq.	1937-38	1:125.000
—	—	—	—	—	118	1,42	—	8	—	1937-38	1:125.000
2,52	0,36	0,0004	—	1,097	102	1,4	—	30	1 per 14 kmq.	1937-38	1:125.000
87	0,33	0,013	—	37,25	110	1,53	4,1	22	1 per 19 kmq.	1937-38	1:125.000
5	0,63	0,00047	52	1,127	218	2,9	—	36	1 per 2 kmq.	—	1:50.000
—	—	0,0011	—	—	140	2,54	—	67	1 per 4 kmq.	1911	1:200.000
16,98	0,37	0,003	—	3,815	77,5	1,44	1,0	19	1 per 12 kmq.	1937-38	1:125.000
—	—	0,0003	—	—	100	1,9	—	117	1 per 2 kmq.	1911	1:200.000
7,6	0,53	0,001	—	1,559	70	1,22	0,3	20	1 per 10 kmq.	1937-38	1:125.000
—	—	0,0014	—	—	82	3,4	—	—	—	—	—
10,69	0,49	0,01	—	1,340	52,5	1,30	0,7	20	1 per 6 kmq.	1937-38	1:125.000
—	—	0,0015	—	—	80	2,5	—	100	1	1911	1:200.000
—	—	0,0003	—	—	23	1,7	—	—	—	—	—
—	—	0,0008	—	—	—	—	—	—	—	1911	1:200.000
37,37	0,42	0,018	—	0,867	21,7	1,27	6,8	9	1 per 6 kmq.	1937-38	1:125.000
16	—	0,006	—	0,24	—	—	—	—	—	1907	1:100.000
14,25	0,56	0,007	—	0,212	14,7	1,07	2,0	7	1 per 2 kmq.	1937-38	1:125.000

OSSERVAZIONI ALLE TABELLE

Si potrà notare che nelle due tabelle non sono elencati vari laghi africani noti e di superficie abbastanza rilevante. Le ragioni, già accennate nel testo, debbono ricercarsi nell'intenzione di dare un quadro delle condizioni dei laghi africani sulla base di dati ricavati da esplorazioni dirette e non desunti da carte a scala più o meno grande. Pertanto anche per taluni laghi parzialmente esplorati mancano dati che si sarebbero potuti calcolare dalle pubblicazioni, in quanto ci si riserva il completamento per un altro lavoro, inteso a dare un catasto dei laghi dell'Africa, condotto sull'analisi delle carte più recenti di questo continente. In particolare alla tabella I si osserva: sono qui elencati i laghi africani per i quali possano desumersi i dati sulla posizione altitudine, area e tipo del lago da pubblicazioni contenenti risultati originali di esplorazioni. Si noti però che dei laghi menzionati da Le Terrier nel lavoro *Les lacs du Bas-Ogooué* (« La Géographie », XXVII, 1913) ne sono ricordati solo 3, su 27. Tale scelta è determinata dal fatto che si tratta di bacini lacustri la cui fisionomia dall'epoca del rilievo è probabilmente molto variata, data la loro natura di laghi fluviali e la piccola profondità di quasi tutti.

Alla tabella II si osserva: sono elencati qui i laghi aventi superficie superiori a 10 kmq. per i quali siano note da dirette indagini sul terreno, almeno i dati morfometrici principali; sono pertanto esclusi vari bacini lacustri, anche di superficie notevole, studiati o comunque menzionati da studiosi che non hanno ritenuto di illustrare tali dati. Inoltre è da notare in particolare:

1° I valori della posizione sono stati desunti dai risultati di pubblicazioni precedenti, completati però spesso dallo scrivente. Altrettanto può dirsi per le indicazioni sul bacino imbrifero, l'altezza s. m., l'area, la superficie del bacino, la profondità massima, il volume (fatta esclusione per il Lago Kivu calcolato sulla carta batimetrica allegata all'esauriente studio del DAMAS), il perimetro (calcolato per i laghi Alberto e Edoardo sulla carta allegata ai volumi I e V dell'HURST e PHILLIPS), e a pendenza media della conca, gli scandagli (il cui numero per kmq. è stato controllato e calcolato), la scala del rilievo.

2° I valori della profondità media sono stati riportati, ove esistevano, principalmente dai due studi di HALBRAAS e in parte calcolati dallo scrivente.

3° I dati del rapporto tra l'area del lago e quella del suo bacino, tra la profondità media e la massima, tra la profondità massima e la radice quadrata della superficie e quelli dello sviluppo della costa sono stati calcolati quasi tutti dall'Autore di questa nota o riportati da precedenti sue comunicazioni.

4° Per quanto si è già detto sopra sono stati trascurati i laghi del Basso Oguè, anche se dalle cartine in scala 1 : 100.000 o 1 : 200.000 si sarebbe potuto eseguire i calcoli di alcuni valori morfometrici.

LA CORROSIONE DEI METALLI NELL'ACQUA DI MARE E LA SUA PREVENZIONE A TUTELA DEGLI SCAFI DEI NATANTI

La corrosione dei metalli da moltissimo tempo ha colpito l'attenzione degli scienziati, ma relativamente da poco si è andata inquadrando in uno studio disciplinato.

Si può dire che il Faraday per il primo abbia gettato le basi della moderna teoria del fenomeno, perchè fino ai suoi tempi esso era stato attribuito ad una semplice ossidazione del metallo, combinata tutt'al più ad un attacco da parte dell'anidride carbonica.

Il Faraday trovò invece che si poteva giungere ad interpretazioni molto più soddisfacenti attraverso osservazioni di carattere elettrochimico e considerò la corrosione uno di quegli appassionanti problemi che potevano essere risolti soltanto con l'audace fusione della chimica con la fisica. Da allora gli studi chimico-fisici sulla questione si sono susseguiti sempre più chiari e precisi mettendone in luce gran parte della causa e dell'andamento.

Senza dubbio però non è facile vincere gli ostacoli che si oppongono ad un'esauriente conoscenza del fenomeno nel suo intimo meccanismo e soprattutto di quanto si debba fare per evitare che si verifichi; sono tante le variabili che influiscono che occorrerebbe effettivamente un numero infinito di esperienze per sceverarne l'effetto e conoscere esattamente quali relazioni intercedano tra ognuna di esse e lo svolgimento del processo.

La difficoltà iniziale è data dal fatto che raramente c'è permesso di sperimentare su metalli puri, poco usati in pratica, per cui non è possibile trarre deduzioni realmente assolute. Basta pensare al numero infinito di leghe esistenti, e alla varietà dei rapporti quantitativi e qualitativi dei metalli che le compongono, rapporti che debbono avere logicamente un notevole influsso sulle proprietà delle leghe derivanti.

Altre modificazioni vengono apportate dai trattamenti fisici cui vengono normalmente sottoposte le leghe, anche questi di tipo vario secondo l'uso cui saranno destinate; ed infine bisogna tener conto della presenza di sostanze aggiunte a scopo protettivo. Queste possono avere soltanto un'azione di ricoprimento evitando quindi che la superficie metallica venga a contatto col mezzo esterno, e possono invece agire profondamente con un meccanismo di ossidazioni, passivazioni, ecc.

Ma l'elemento veramente dominante nel quadro del fenomeno è dato dalle condizioni dell'ambiente in cui il metallo viene a trovarsi, ed è quindi assai giusto ciò che dice il Giordani, che la corrosione cioè dipenda non tanto dal metallo che la subisce, quanto dalle proprietà del mezzo corrosivo e dai prodotti della corrosione stessa.

I vari mezzi ambientali hanno un'azione diversissima su uno stesso metallo: un oggetto per es. potrà conservarsi abbastanza bene all'aria marina e deteriorarsi all'aria di città o viceversa; d'altra parte, a parità d'ambiente, la possibilità e la misura dell'attacco nei vari metalli è anch'essa diversa.

Tenuto conto di tutto ciò, si può definire la corrosione un vero e proprio problema ecologico e si capisce facilmente come studiando la questione in rapporto all'ambiente l'attenzione dei ricercatori si sia fermata molto sul mare, data la gran quantità di materiale metallico che in esso viene obbligato a vivere.

Questo modo di considerare la corrosione da un punto di vista piuttosto biologico, ha portato a giudicare parziale e insufficiente la spiegazione chimico-fisica. Ci si è chiesto se accanto al processo puramente e direi freddamente chimico, anche la vita degli organismi animali e vegetali potesse in qualche modo incidere sul disastroso fenomeno in particolar modo nell'ambiente marino.

Si è presentata quindi alla mente degli studiosi una seconda teoria, di carattere biologico, che non esclude la prima ma si accompagna ad essa creando nuove complicazioni e giocando un ruolo di indiscutibile importanza. Molti sono rimasti scettici dinanzi a questo nuovo orientamento, però non si può disconoscere che esso permette di interpretare alcuni fenomeni di rapida corrosione che le azioni chimiche o elettrochimiche da sole non riescono a giustificare.

Mi sembra utile a questo punto riassumere brevemente la spiegazione elettrochimica e quella biologica.

La teoria elettrochimica, così come è stata enunciata sulle orme di Faraday, spiega assai bene la fase iniziale dell'attacco. Si sa che tra due diversi metalli immersi in un elettrolita, per es. acqua salata, si viene a stabilire una differenza di potenziale (che può essere rivelata dal passaggio della corrente qualora si riuniscano i due elettrodi con un circuito esterno) ed uno di essi, che viene considerato il più nobile, rimane intatto, mentre l'altro tende a passare in soluzione, cioè, in altri termini, si corrode.

Ora, il Nernst ha opposto ai diversi metalli un elettrodo ad idrogeno ed ha misurato le rispettive differenze di potenziale stabilendo così la nobiltà dei vari metalli nei confronti dell'idrogeno stesso in una scala nella quale, partendo dall'oro ed andando verso i metalli alcalini, la solubilità cioè la possibilità di corrosione va aumentando e la nobiltà di conseguenza diminuendo.

Questo però, pur chiarendo i fondamenti della tecnica del ricoprimento di un metallo con un altro meno nobile, è soltanto un ottimo punto di partenza per la spiegazione completa della corrosione, perchè la teoria di Nernst si può applicare in pieno solo nel caso dei metalli puri omogenei, che come si è già detto è un caso piuttosto ideale.

Oggi invece oltre alla differenza di potenziale si annette molta importanza a due fattori che accompagnano sempre la corrosione: l'eterogeneità e la presenza dell'acqua.

La lega metallica che, in seguito a tutte le operazioni accennate cui viene ad essere sottoposta, inevitabilmente ha perso la sua omogeneità, costituisce un insieme di tante piccole pile con un funzionamento non sempre prevedibile.

D'altra parte l'acqua tra i punti di potenziale differente che in questo modo si son creati, si dissocia, e gli ioni H e OH, trasportati ai rispettivi elettrodi, vi costituiscono delle zone di acidità e di alcalinità a condizione di pH assai diverse da quelle del mezzo ambiente; in un secondo tempo, per neutralizzazione delle cariche di questi joni, si originano molecole gassose di idrogeno e ossigeno che avvolgono gli elettrodi stessi.

Si ha allora la polarizzazione degli elettrodi e la passivazione, per il fatto che superficie metallica ed acqua vengono separati per mezzo delle pellicole formatesi.

La corrosione a questo punto viene interrotta.

In un terzo tempo si verifica una depolarizzazione che è più o meno rapida a seconda del potenziale di ossido riduzione; l'ossigeno disciolto nell'acqua funziona da accettore di idrogeno e rigenera gli elettrodi per cui l'attacco del metallo viene rinnovato.

Accessoriamente poi la formazione di uno strato d'ossido insolubile o il protrarsi della conservazione di una pellicola di idrogeno arresta la corrosione e prolunga la passività.

In definitiva quindi, la velocità e l'intensità della corrosione dipendono dalla ripartizione delle eterogeneità di superficie, dalla loro periodicità, dalle differenze di potenziale.

La teoria biologica tiene conto del fatto che assai spesso sulle superfici metalliche si assiste al depositarsi di uno strato di melma, sabbia, ecc., dove si sviluppano batteri, alghe, animali, più o meno rigogliosamente tutti, od una specie piuttosto che un'altra, a seconda della natura dell'acqua, dell'illuminazione, della temperatura, della profondità.

A questo proposito desidero prendere più particolarmente in considerazione un campo che ha offerto ampie possibilità di constatare la formazione di simili depositi e che con maggiore immediatezza richiede una soluzione della questione: precisamente il campo del naviglio.

In seguito a queste sovrapposizioni animali e vegetali, gli scafi infatti vengono insudiciati, deformati nelle loro linee per poi essere addirittura corrosi per effetto della putrefazione dei cadaveri di animali e piante; non solo, ma depositi e incrostazioni producono un danno considerevolissimo in quanto limitano fortemente la velocità dei bastimenti, riducendola qualche volta alla metà di quella iniziale.

Naturalmente si può anche mantenere costante la velocità della nave così insudiciata adattandosi ad un maggiore consumo di carbone o di nafta, fino ad un aumento del 40 % sulla quantità fissata; e in generale si può dire che è necessario fornire ad un battello il 10 % in più di combustibile un mese dopo la sua partenza.

Le conseguenze, soltanto economiche nei riguardi della marina mercantile, divengono più gravi per la marina da guerra, poichè al momento di un'azione la rapidità di marcia di un convoglio è regolata sulle possibilità

dell'unità più lenta, cioè in definitiva non potrà essere sorpassata la velocità della nave più insudiciata, senza tenere conto poi che molto spesso qualcuna di queste unità dovrà rimanere immobilizzata in un porto per essere rimessa in buone condizioni, con grande scapito della potenza della flotta.

È stato quindi necessario procedere alla costruzione di bacini di carenaggio, in cui dopo alcuni mesi si procede alla pulitura e alla verniciatura dell'opera viva delle navi, operazioni di un dispendio senza pari.

Si è passato alla possibilità di servirsi di vernici tossiche « antifouling » come vengono chiamate, di cui parleremo più estesamente in seguito, e ne sono stati proposti volta per volta molti tipi, ma non si è giunti ancora a risultati del tutto soddisfacenti, prima di tutto perchè non è facile stabilire quali sostanze siano tossiche per le varie specie di alghe e di animali marini, e poi perchè l'aggiunta di tali sostanze spesso modifica le qualità anticorrosive della vernice.

In questi ultimi anni si è abbandonato il sistema empirico anche in questo campo e si è cominciato a studiare sistematicamente il sorgere e lo svilupparsi di tutti i possibili depositi, fermando l'attenzione specialmente sullo stadio e il momento della formazione.

L'insudiciamento degli scafi dipende da un gran numero di fattori: la composizione della pittura, il suo modo di applicazione in quanto viene a formarsi una pellicola più o meno aderente e liscia favorevole o no all'attecchimento degli organismi, per analoghe ragioni il colore, il tempo trascorso dall'ultima pittura, e i mari attraversati. Interviene infatti anche la temperatura delle acque e naturalmente la differenza di stagione. Gli scarti di salinità hanno un'importanza fortissima e basta alle volte un soggiorno in acqua dolce, per es. in un porto fluviale, perchè molti organismi periscano fuori del loro ambiente naturale. Non meno importanti sono l'ossigenazione delle acque, l'abbondanza di plancton, soprattutto di spore uova e larve della specie che vivono fisse sulle carene, e non ultimo elemento è la velocità delle navi.

Logicamente il primo problema da affrontare è quello di conoscere la natura degli esseri che più comunemente si ritrovano attaccati sulle navi.

Senza riportare la lunga serie di lavori già fatti in questo senso ricorderemo che oltre alle alghe in genere sulle carene si trovano protozoi, cirripedi (Balani), Idroidi, Briozoi, Molluschi, Tunicati. Molti di questi esseri viventi sono forme costiere che si trovano un po' da per tutto, ma specialmente in vicinanza delle coste ed è qui che avviene più facilmente l'insudiciamento. Inoltre alcuni di questi, come i Cirripedi i Molluschi e certe alghe, sopportano bene il passaggio in acque salmastre.

Tutti si servono del substrato unicamente come mezzo di fissazione; ma i Cirripedi, gli Idroidi, i Briozoi, i Molluschi e i Tunicati vivono isolati dalla loro base di attacco per mezzo di un involucro di calcare o di chitina. Essi prendono il nutrimento e assicurano i loro scambi respiratori nell'acqua libera, spesso dalla parte opposta alla zona di attacco; perciò molte pitture tossiche risultano senza effetto e non impediscono affatto lo sviluppo degli organismi una volta fissati.

Il solo momento decisivo per lottare contro questa invasione può essere quello della deposizione delle uova e delle larve che galleggiano nel plancton.

L'insudiciamento risulta molto ineguale sulle varie parti di uno stesso scafo e su unità differenti che siano nelle stesse condizioni, senza però che si conosca quali siano i fattori determinanti queste differenze.

L'osservazione ha permesso di constatare che la deposizione non si verifica in modo continuo ed anzi è possibile distinguere molte zone.

Le alghe del genere *Enteromorpha* sono fissate lungo la linea di galleggiamento dove spesso si vanno a mescolare a certe specie di Balani. Quando i loro ciuffi sono abbastanza lunghi danno asilo agli Anfipodi e agli Anellidi. Sugli scafi che generalmente sono poco insudiciati esiste solo questo tipo di deposito legato alla grande illuminazione superficiale e caratteristico quindi dell'estate. Al di sotto vivono altri Balani, spesso fissati su colonie di Briozoi che formano macchie sparse qua e là.

Più in basso ancora, sotto lo scafo, soprattutto se è piatto, vivono numerose colonie di Idroidi, Briozoi, Molluschi, Ascidie e Balani.

Sulle navi celeri le parti laterali che subiscono l'attrito meccanico dell'acqua, naturalmente finiscono coll'essere pulite dagli eventuali depositi. I Briozoi e i Balani si depositano lungo le linee di ribaditura dove la corrente è meno violenta; gli Idroidi e i Tunicati più fragili si mostrano soltanto nelle parti completamente al riparo dalle forti correnti, e dopo una traversata invadono tutta la zona inferiore dello scafo.

Questo è quanto si sa nei riguardi della parte macroscopica dei depositi, ma non si può astrarre dall'eventualità di un'azione aggressiva di organismi microscopici, cioè di funghi e batteri, dal momento che questi hanno un ruolo così importante nella serie dei fenomeni naturali.

L'azione batterica sui metalli, in senso assoluto, era stata già rilevata dal 1893, e precisamente un chimico tedesco aveva constatato su caratteri da stampa la presenza di microrganismi che, trasportati su altri caratteri integri, vi riproducevano le stesse alterazioni.

Si trattava quindi di vedere se la composizione dell'acqua di mare favorisse lo sviluppo dei batteri, e quali diversità apportasse in questo campo la differenza quantitativa dei componenti salini dei vari mari.

Il Masseille riporta i risultati del Bacher che, tra l'altro ha preso in esame campioni di acqua marina prelevati a Cherbourg in prossimità delle rive e al largo.

L'interesse maggiore sarebbe legato alle conclusioni tratte dal Bacher dalle analisi delle zone rivierasche perchè più soggette ad inquinamenti batterici; ma il Masseille riferisce soltanto le osservazioni fatte al largo che attestano la presenza di quantitativi trascurabili di germi, non tali da concorrere efficacemente alla corrosione metallica.

Incidentalmente trovo utile accennare al fatto che il Bacher dà molta importanza all'azione corrosiva del magnesio, piuttosto abbondante nel mare sotto forma di cloruro e di solfato, per quanto sia difficile conoscere con esattezza la vera ripartizione quantitativa del metallo tra i due anioni. Non c'è

nulla di nuovo in questo, perchè è ben noto che per un processo di idrolisi il cloruro di magnesio reagendo con i prodotti di dissociazione dell'acqua finisce per produrre acido cloridrico, naturalmente più o meno secondo il quantitativo di magnesio.

Dalle analisi la percentuale di questo catione è risultata all'incirca gr. 2,94 come cloruro e 2,75 come solfato nell'Oceano Atlantico, ma nel Mediterraneo è tre volte di più. Ora questa differenza fa capire che l'introduzione dell'acqua del Mediterraneo nei tubi delle caldaie è pericolosa, mentre quella dell'Atlantico è pressochè innocua, e d'altra parte mette sempre maggiormente in evidenza come, qualunque sia il criterio che ci guidi, biologico o chimico-fisico, nello studio della corrosione la conoscenza approfondita dell'ambiente sia acqua, aria o terra, è assolutamente fondamentale. Ritornando alla questione batterica, questa nel campo navale è stata ripresa in pieno in molti laboratori tra i quali quelli di Plymouth e Concarneau.

Il Legendre ha condotto studi assai minuziosi sull'argomento, e già dal 1933 è giunto a notevoli conclusioni in seguito ad un'esperienza cui aveva proceduto insieme col Pupil. Essi hanno tenuto immerse per otto mesi nei banchi di Concarneau delle carene dipinte. Alla fine di tale periodo il Pupil faceva notare al Legendre come sotto la pittura si fossero formate alcune grosse pustole rosse in superficie, nere in profondità, a contatto del metallo brillante: questa ruggine emanava un odore nauseante e aveva un aspetto che faceva pensare ad un agglomerato batterico. Fatti dei prelevamenti asettici, fu possibile al Veillon dell'Istituto Pasteur isolare un'intera flora batterica, tra cui parecchi anaerobi.

È significativo il fatto che alcuni di questi in coltura pura attaccano e anneriscono il ferro molto attivamente: ed è da tener presente anche che sotto gli strati di pittura, a contatto del metallo, sono state riscontrate perle bianche di calcare.

Tutto ciò appare in una nuova luce in seguito ai lavori assai completi condotti sull'attività e sul meccanismo di azione dei batteri solforosi.

I tiobatteri, riscontrati nel suolo, nella sabbia, nelle acque dolci, nel mare, negli estuari, sarebbero capaci di ridurre i solfati a solfuri; da questi ultimi poi l'anidride carbonica, impadronendosi della base per dare il carbonato relativo, sarebbe capace di liberare l'idrogeno solforato, che a sua volta passerebbe ad attaccare il ferro con produzione di solfuro di ferro di colore nero. Nel caso del solfato di calcio si avrebbe quindi formazione di carbonato di calcio e messa in libertà di ossigeno e di idrogeno solforato. Così verrebbe spiegata anche l'esistenza delle concrezioni calcaree osservate.

Mentre procedono gli studi sulle cause della corrosione, si cerca di migliorare la conoscenza del differente potere delle varie vernici, finora usate in modo piuttosto empirico.

L'idea della protezione di un metallo con un altro meno nobile per ricoprimento diretto o per mezzo di una vernice che lo contenga, si riallaccia, come si è già detto, alla teoria elettrochimica di Faraday, e una delle prime pitture impiegate è stato il minio di piombo disciolto nell'olio di lino.

Ben presto però si è visto che se questo processo salva il metallo dall'ossidazione, risulta impotente dinanzi all'azione dei depositi vegetali e animali, ed è apparso chiaro, per lo meno nel caso dei natanti, che è necessario servirsi di due tipi di ricoprimento, il primo applicato direttamente sulla nave per garantirla dall'azione corrosiva dell'acqua di mare (pittura di fondo) il secondo sovrapposto al primo per ritardare, se non impedire, l'insudiciamento.

Le pitture al minio aventi l'olio come solvente sono state scartate a causa dell'estrema lentezza dell'essiccamento.

Senza entrare troppo in particolari nella descrizione dei vari tipi di vernici, desidero soffermarmi sulle proprietà generali che al giorno d'oggi si richiedono da una pittura perchè possa venir giudicata veramente efficace, distinguendo tra la pittura di fondo (o di primo strato) e quella di secondo (anti-fouling).

Il Marseille ha dedicato a quest'argomento numerosi ed esaurienti articoli riportati sulla rivista *Peintures, Pigments et Vernis*; cercherò quindi di riferirne le parti essenziali.

La pittura di fondo deve avere le seguenti caratteristiche:

1° Aderire fortemente alle lamiere e possedere a questo scopo qualità di duttilità che permettano alla pittura di adattarsi su tutte le eventuali deformazioni, senza presentare screpolature o soluzioni di continuità attraverso le quali l'acqua marina potrebbe raggiungere il metallo; resistere allo sfregamento ed essere tanto tenace che non possa venire facilmente deteriorata o asportata per contatto di corpi estranei.

2° Costituire un rivestimento che non sia attraversato nè attaccato dall'acqua di mare durante una lunga immersione, conservare cioè la massima impermeabilità.

3° Esser composta di elementi non dannosi per la lamiera, nè venire attaccata dalle pitture tossiche (antifouling) che formano il secondo strato di ricoprimento, le quali quindi dovranno adempire solo a tale funzione senza pregiudizio della vernice di fondo.

È intuitivo infatti che avendo ognuno dei due strati un particolare compito, una reciproca compenetrazione porterebbe ad una diminuzione delle rispettive proprietà.

4° Essere di facile impiego in modo che la vernice possa venire tirata col pennello in modo omogeneo, così da realizzare una superficie più liscia possibile, la cui regolarità favorisce lo slittamento dell'acqua, ed infine presentare una seccatività per permettere l'applicazione di più strati nello stesso giorno e diminuire il periodo di permanenza della nave in bacino.

Naturalmente tutto questo richiede una conoscenza assoluta delle materie prime impiegate per la fabbricazione delle vernici dalle varie fabbriche.

Per rispondere a queste esigenze, le pitture di fondo in pratica sono costituite:

a) della vernice ottenuta sciogliendo in uno o più solventi volatili una o più resine o gomme, con l'aggiunta di una certa proporzione di olio seccativo per aumentare la flessibilità e non rendere troppo violento l'essiccamento;

b) della materia pigmentata (parte metallica) accuratamente incorporata nella vernice in modo da formare una miscela intima ed omogenea il più possibile. Come solventi si usano per lo più il petrolio, la benzina, la nafta, l'essenza di trementina, l'alcool, il tetracloruro di carbonio; come resine, la colofonia, la dammar, il bitume di giudea, il caucciù, la gutta, il catrame, ecc.

La parte pigmentata è rappresentata generalmente da ossidi metallici (minio di piombo, ossido di zinco, ossido di ferro, ossido di titanio); però si impiegano anche la grafite, i carbonati di piombo, il solfuro di zinco e i cromati.

La pittura di fondo più comune è costituita da colofonia sciolta in benzina e petrolio, mescolata con una sospensione di minio di ferro molto grossolano; qualche volta viene aggiunta una piccola quantità di ossido di zinco. Non è certo un tipo di pittura raffinata, ma è piuttosto economica e quindi le fabbriche l'adottano volentieri spesso senza preoccuparsi della sua scarsa efficacia. È necessario perciò controllare con la massima accuratezza la composizione delle vernici preparate dalle varie industrie data l'enorme importanza della questione.

Le caratteristiche essenziali della pittura di secondo strato si possono ridurre a tre: aderire energicamente alla superficie dipinta, che in pratica può essere umida al momento dell'applicazione, offrire uno strato di tal genere per cui gli organismi marini non vi possano vivere in conseguenza della sua tossicità o altro, e infine resistere all'erosione per un lungo periodo, pur conservando il carattere antifouling.

Quest'ultimo requisito è il più difficile a raggiungere, in quanto il meccanismo antifouling sembra legato proprio al potere corrosivo dell'acqua di mare, che mette in libertà dalla vernice il metallo tossico per gli organismi.

Quanto si è detto circa la preparazione delle pitture di primo strato vale presso a poco anche per quelle di secondo per quanto riguarda la vernice; cambia invece il criterio di scelta della parte metallica. Ed è logico se si pensa che nei due tipi di ricoprimento l'azione principale è sostenuta sempre dal metallo, ma nella pittura di fondo quest'azione è di difesa passiva, mentre nella vernice di secondo strato il metallo deve avere proprietà addirittura aggressive.

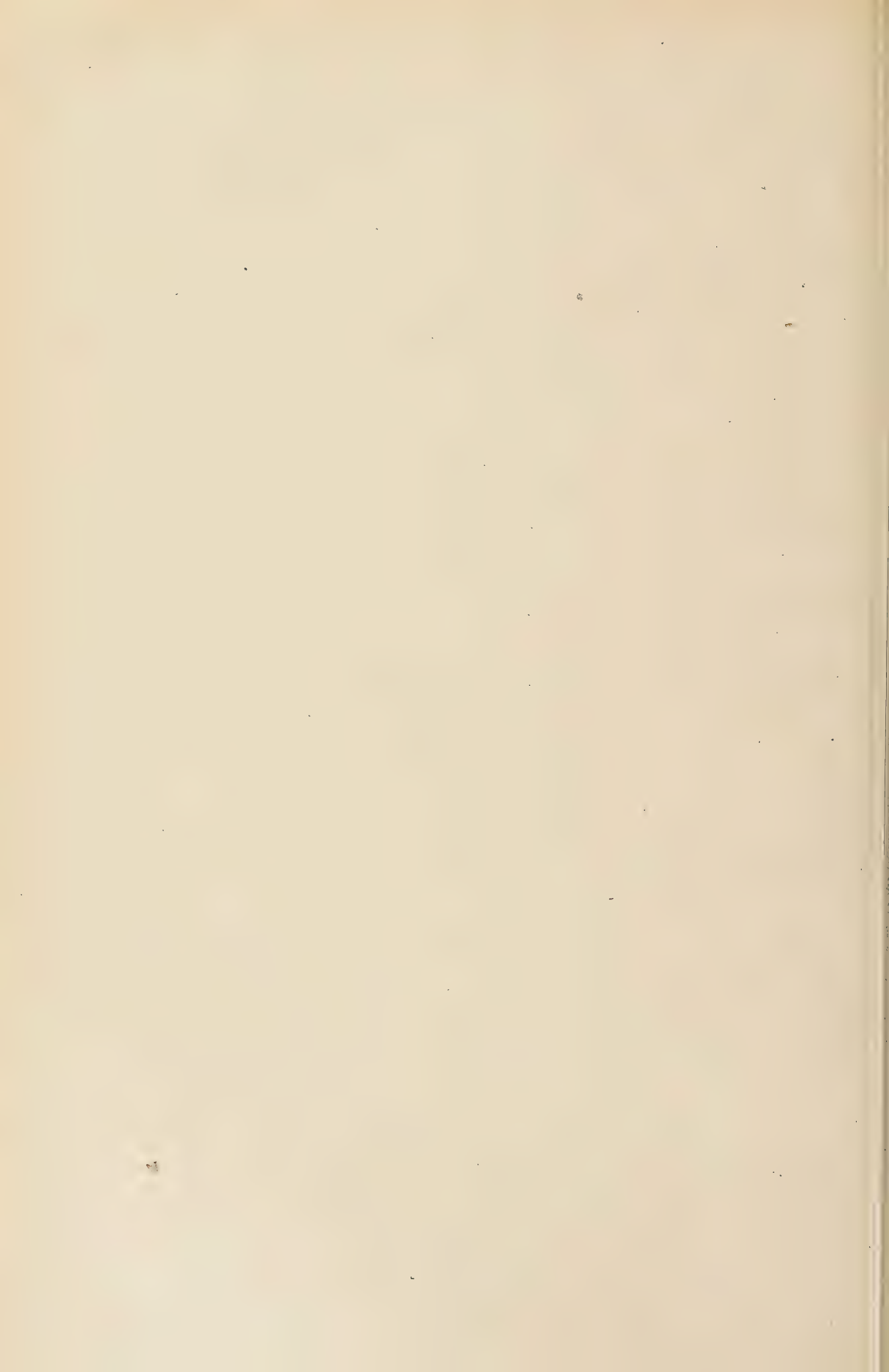
A questo scopo sono stati sperimentati l'arsenico, il rame, il mercurio, il piombo, per lo più sotto forma di sali organici (resinati, palmitati, abietati) e si è studiato comparativamente la loro tossicità prendendo in esame anche lo stato fisico in cui risulta più opportuno usarli per ottenere il massimo effetto.

Naturalmente si è dovuto tener conto anche del fattore economico, per cui dall'insieme delle osservazioni sembra che la preferenza sia da dare ai sali di rame, possibilmente in soluzione invece che in sospensione nella vernice.

La mia rapida sintesi non deve far credere che si sia giunti alla soluzione integrale del problema, specialmente per quanto riguarda la prevenzione della corrosione e dell'insudiciamento; vuole solo far rilevare come l'empirismo sia stato completamente abbandonato e si siano già ottenuti notevoli risultati da un complesso di studi seriamente inquadrati, basati su una collaborazione sempre più stretta tra le varie discipline chimiche, fisiche e biologiche.

BIBLIOGRAFIA

- AKIMOV G. V.: *Nouvelles méthodes de protection des alliages d'aluminium légers contre la corrosion.* « Vets. Metallpromn. », IX, 81, 1929.
- BASTIEN P.: *La corrosion des alliages légers de l'eau de mer.* « Farbe u. Lack », N° 22, 260, 1933.
- BARENFANGER C.: *Les effets de l'eau de mer sur les enduits.* « Z. Ver. deut. Ing. », LXXIV, 373, 1930.
- BAUERMEISTER H.: *Expériences sur l'action de l'eau de mer sur les alliages d'aluminium.* « Z. Metallk. », XXII, 119, 1930.
- CARPZOW J. B.: *Les boues marines et la chimie des peintures.* « Farben-Chem. », III, 453, 1932.
- COURNOT J.: *Sur le traitement des pièces en alliages ferreux dans les solutions etc.*, « C. R. Ac. Sci. Paris », CLXXXV, 1041.
- DAMM: *Enduits résistant à l'action de l'eau de mer.* « Farbe u. Lack », N° 22, 260, 1933.
- GARDNER A. H.: *La résine de bois dans les peintures pour coques de navires.* « Am. Paint. Varn. Manuf. Ass. », N° 358, 63, 1930.
- GARDNER A. H. & HART L. P.: *Expériences d'été sur des peintures antifouling.* « Am. Paint. Varn. Manuf. Ass. », N° 397, 369, 1931.
- GESSNER & GRIM: *Corrosion des ciments et béton par l'eau de mer.* « Chim. Ind. », 1925.
- HERZOG E. & CHAUDRON G.: *Résistance à la corrosion par l'eau de mer de certains alliages aluminium-magnesium.* « C. R. Ac. Sci. Paris », CXCVI, 2002, 1933.
- HERZOG E. & CHAUDRON G.: *Sur l'altération des propriétés mécaniques des tôles de duralumin après corrosion par l'eau de mer.* « C. R. Ac. Sci. Paris », CLXXXIX, 1087, 1929.
- I. G. Farbendindustrie A. G.: *Enduits anticorrosifs pour le fer et les autres métaux.* Brev. Ingl. N° 323.525, 23-8-1928.
- LEGENDRE R.: *La corrosion à la mer.* « Rev. Sci. », LXXVI, N° 3, 1938.
- LEGENDRE R.: *Le point de vue biologique de la protection des métaux dans l'eau de mer.* « Peint. Pigm. Ver. », IX, 180, 1932.
- LOPEZ M.: *Emploi de poisons solubles dans les peintures sous-marines.* « Quim. Ind. », VI, 222, 1929.
- MASSEILLE H.: *vedi numerosi articoli in* « Peint. Pigm. Vern. », 1930, 1931, 1932, 1933, 1934.
- MUCKENFUSS A. M. & JONES V.: *Recherches sur les peintures marines etc.*, « Paint Oil Chem. Rev. », XCVI (14), 9, 1934.
- NEU W.: *Les problèmes du chimiste dans la lutte contre la salissure des carènes.* « Angew. Chem. », XLVI, 227, 1933.
- ORTON J. H.: *Les propriétés fondamentales des peintures antifouling.* « Trans. Inst. Mar. Eng. », XLIII, 276, 1931.
- QUILLARD: *Essais de résistance à l'eau de mer naturelle de plaques de duralumin, etc.*, « Rev. Métall. », XXVII, 344, 1930.
- RABATÉ H.: *Utilisations industrielles diverses des produits asphaltiques et assimilés.* « Peint. Pigm. Vern. », XI, 4, 1934.
- RAGG M.: *Influence de la couleur des peintures antifouling sur la croissance des organismes marins.* « Farben Ztg. », XXXVII, 1052, 1932.
- SCHMIDT K. O.: *Protection de l'aluminium et des alliages contre l'action de l'eau de mer.* « Korr. Metallsch. », VII, 153, 1931.
- SERB SERBIN P. V., SUCHANOVA N. G. & SESIN N. S.: *L'action protectrice des peintures contre la corrosion dans la mer et dans l'eau douce.* « Malyarnoe Delo », N° 516, 16, 1932.
- VIÈ G.: *La corrosion et la protection des métaux légers et alliages.* « Rev. Sci. », N° 4, 120, 1934.
- WEYHMOFF B. L., JORDAN A. M. & KNIGHT H. C.: *Peintures plastiques à chaud pour la coque des navires.* « Chem. Warfare », XV, 675, 1929.



SILVIA LOFFREDO

20 febbraio 1913 - 14 giugno 1946

Nel presente numero escono due lavori della dottoressa Silvia Loffredo, lavori dei quali venne sospesa l'iniziata pubblicazione a causa degli eventi bellici; mentre erano di nuovo in composizione l'Autrice decedeva improvvisamente, a soli 33 anni, il 14 giugno scorso.

Silvia Loffredo, laureata in chimica pura e laureata in farmacia, fu assistente chimica per oltre dieci anni presso il Laboratorio di Idrobiologia, ove iniziò giovanissima, ancor laureanda, la sua vita di studio.

Oltre alle ricerche di chimica idrobiologica e tecnologica che risultano dai lavori già pubblicati, si occupò con particolare attitudine di analisi di acque a scopo di bonifica, di sedimenti lacustri e vallivi, di inquinamenti industriali e di tutti gli studi condotti nel reparto chimico del Laboratorio, che in alcuni periodi rimase anche a Lei affidato, e del quale si occupò sempre con rara intelligenza e competenza.

Tra le sue pubblicazioni vanno ricordate le ricerche chimiche sui sedimenti del Lago Tana; le ricerche di chimica limnologica sulle acque dei laghi dell'Africa Orientale; le ricerche tecnologiche sull'olio di coregono, sull'utilizzazione delle fanerogame marine, ecc.

Silvia Loffredo lascia il più vivo rimpianto nel suo Direttore, nei Colleghi e in quanti la avvicinarono ed ebbero modo di conoscere le sue eccezionali qualità di mente e di cuore.

DIRETTORE RESPONSABILE: Dott. GABRIELLA CANNICCI

(2104295) Roma, 1946 - Istituto Poligrafico dello Stato - G. C.

NORME PER GLI AUTORI

1° I lavori da pubblicare devono essere inviati all'indirizzo avanci indicato dattilografati e corretti.

2° La bibliografia, col relativo numero di riferimento, deve essere riportata alla fine del lavoro. Le citazioni devono essere fatte nel modo seguente: a) nome dell'autore; b) titolo dell'opera; c) titolo della rivista abbreviato; d) numero del volume in cifre romane; e) pagine; f) anno.

3° Il numero di chiamata nel testo di eventuali note a pie' di pagina deve essere scritto in alto piccolo e con una parentesi di chiusura.

4° I nomi latini vanno sottolineati nel manoscritto per essere poi stampati in corsivo. Le formule chimiche devono esse scritte con gli indici in basso.

5° I disegni, diagrammi, ecc., devono essere eseguiti con inchiostro di Cina e con le diciture e i numeri in stampatello. Le fotografie dovranno essere ben nitide e riproducibili.

6° Agli autori verranno concessi 30 estratti gratuiti. Le spese per un numero maggiore di estratti saranno a carico degli autori.

PREZZO L. 250

ISTITUTO POLIGRAFICO DELLO
STATO - G. C. - ROMA 1946